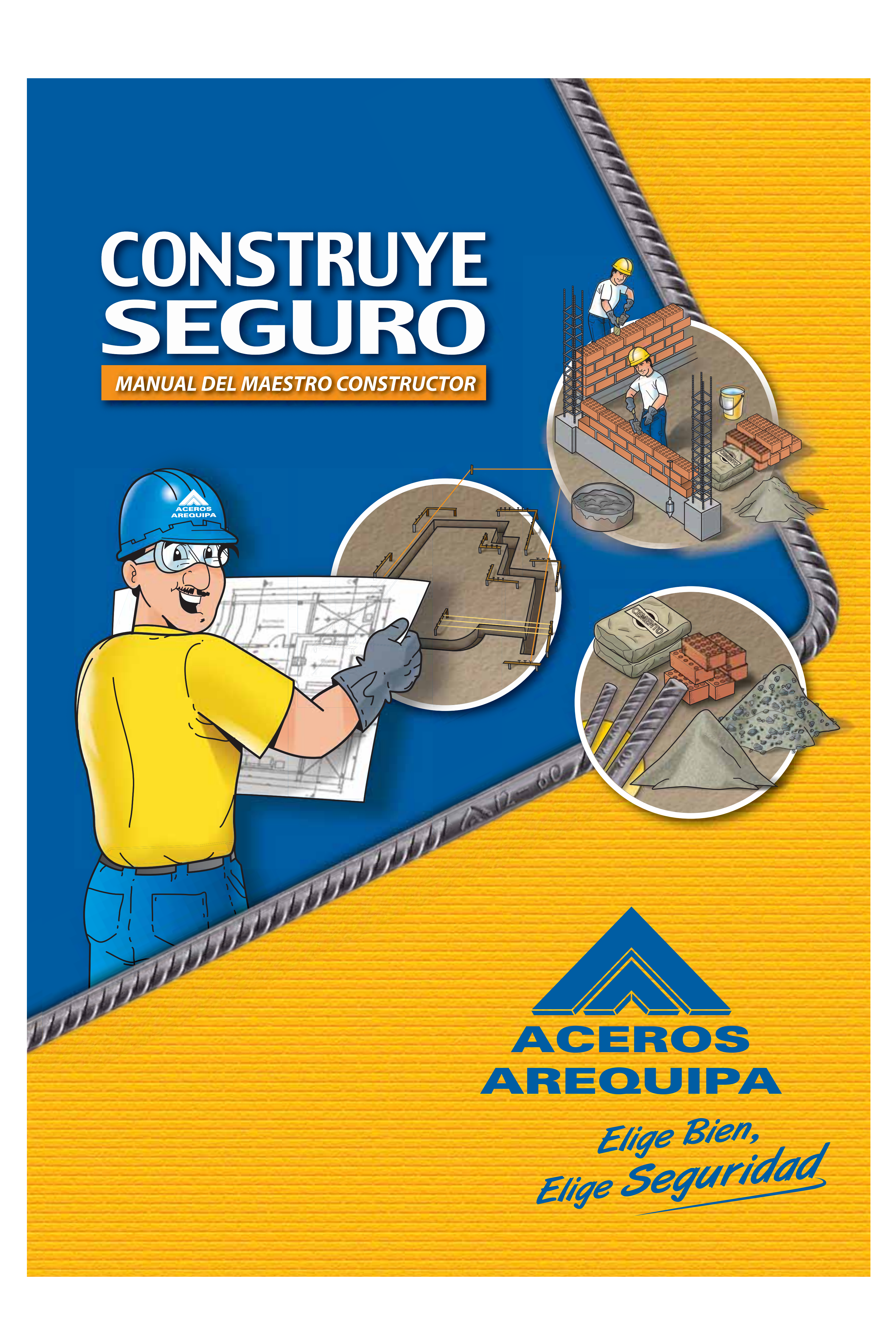


CONSTRUYE SEGURO
MANUAL DEL MAESTRO CONSTRUCTOR
ACEROS AREQUIPA
CEMENTO
ACEROS AREQUIPA
Elige Bien,
Elige Seguridad

INTRODUCCIÓN

Las obras de construcción civil son ejecutadas por empresas constructoras que cuentan con personal profesional (ingenieros y arquitectos), con personal obrero (ayudantes, oficiales, operarios y maestros de obra) y también, con sub-contratistas de diferentes especialidades (gasfiteros, electricistas, alumineros, pintores, entre otros).

Sin embargo, existe una gran cantidad de obras pequeñas, generalmente viviendas, que se construyen por etapas y durante períodos de tiempo que pueden prolongarse por muchos años. Por ese motivo, ese tipo de edificaciones no son ejecutadas por grandes empresas constructoras.

Estas obras generalmente son administradas y/o construidas por sus mismos propietarios y se realizan bajo las siguientes modalidades:

- La **autoconstrucción,** en la cual los mismos propietarios, familiares y amigos, con cierto grado de conocimiento de los procedimientos constructivos, edifican la casa de acuerdo a su capacidad económica y a la disponibilidad de su tiempo.

- La **autogestión**, en la cual los propietarios toman los servicios de un **maestro contratista**, con quien pactan la ejecución de cierta parte o de toda la obra.

- Una modalidad mixta, que combina las dos anteriores.

El **maestro contratista**, además de ser un maestro de obra con los conocimientos necesarios para realizar y dirigir debidamente los procesos constructivos, debe tener también los conocimientos para lograr el adecuado abastecimiento de los materiales, de la mano de obra y de los equipos, así como también la capacidad de trato y negociación con el cliente.

Este **“Manual del Maestro Contratista”** brinda los conocimientos básicos y describe las buenas prácticas para poder ejecutar con calidad los procedimientos constructivos. Aquí se explicará la secuencia de las principales partidas de obra; se dará las recomendaciones esenciales para la adquisición de los materiales, su almacenamiento, su manipulación y su empleo; y se orientará respecto del uso de los equipos y herramientas.

ÍNDICE

CAUSAS Y EFECTOS DE LOS SISMOS

Antes de diseñar y de construir una vivienda, es importante conocer los principios básicos relacionados a las causas y efectos de los sismos.

A. ¿QUÉ SON LOS SISMOS?

Los sismos son movimientos ocasionados debido a la presión y a la liberación de energía acumulada en el interior de la tierra. Estos pueden originar graves daños en nuestras viviendas, si no se han tomado las medidas preventivas relacionadas al buen diseño, al adecuado proceso de construcción y a la elección de los mejores materiales.

Los sismos más destructivos se originan cuando las placas tectónicas, que son grandes masas rocosas, se deslizan una debajo de la otra, rozando y chocando en sus zonas de contacto.

En el Perú, los sismos se producen cuando la placa de Nazca (llamada así porque su parte más prominente se ubica frente a este lugar) trata de introducirse debajo de la placa Sudamericana, produciéndose un choque entre ambas (ver figura 1). Este movimiento provoca la liberación de inmensas cantidades de energía en forma de ondas.

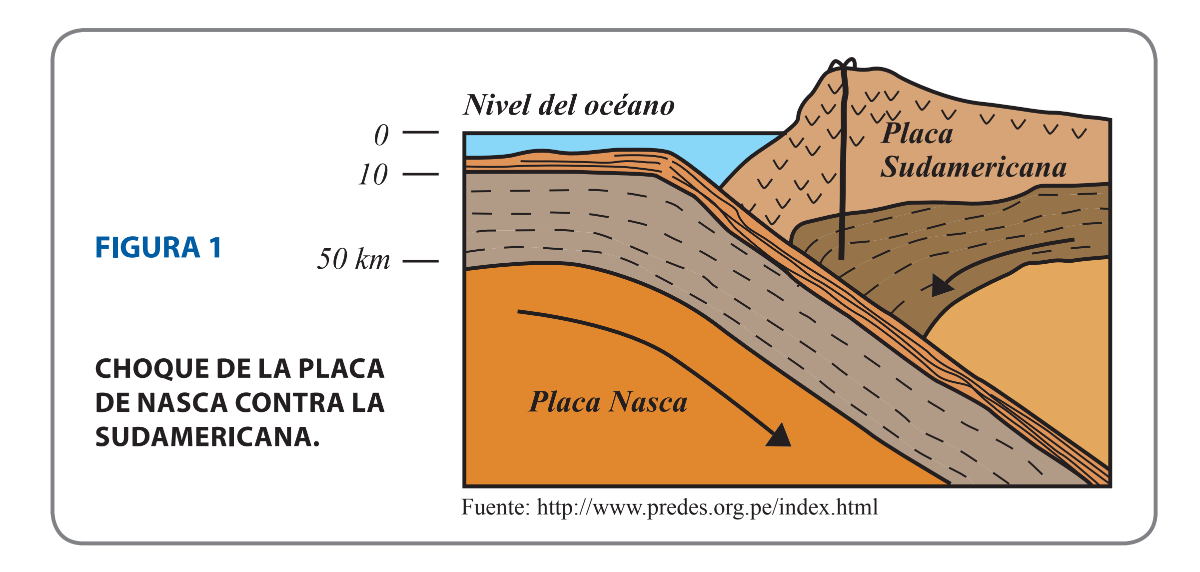


FIGURA 1

CHOQUE DE LA PLACA DE NASCA CONTRA LA SUDAMERICANA.

Fuente: http://www.predes.org.pe/index.html

B. MEDIDAS PARA CALIFICAR LOS SISMOS

Las medidas para calificar los sismos son dos: intensidad y magnitud.

B1. Intensidad

Se refiere a los daños causados en las edificaciones. Se mide con la *"Escala de Mercalli"*, basada en la observación de los daños causados por el sismo en las construcciones y en la sensación de las personas.

La escala de Mercalli tiene 12 grados, que se describen a continuación:

I. Muy débil: El sismo es detectado por instrumentos muy sensibles.
II. Débil: Lo sienten personas, en reposo, en edificios altos.
III. Leve: Se asemeja al movimiento causado en el suelo por un camión.
IV. Moderado: Es advertido por las personas que se encuentran en el interior de las casas. Los vehículos se balancean.
V. Fuerte: Es advertido por la mayoría de las personas y la gente nota la dirección del movimiento.
VI. Bastante fuerte: Lo sienten todas las personas, es difícil caminar y se desprenden los tarrajeos y enchapes.
VII. Muy fuerte: Provoca angustia. La gente corre hacia el exterior de las edificaciones; se pierde el equilibrio; los conductores de los vehículos en marcha lo notan y las construcciones de mala calidad son afectadas.
VIII. Destructivo: Hay dificultades en la conducción de los vehículos y se caen muros y monumentos.
IX. Ruinoso: Pánico total, algunas edificaciones se desplazan de sus cimentaciones, se agrietan y se desploman.
X. Desastroso: Destrucción casi total de las construcciones de albañilería. Afecta seriamente edificios, puentes y represas. Se desliza la tierra.
XI. Muy desastroso: Muy pocas edificaciones de albañilería quedan en pie. Los rieles ferroviarios se tuercen y las tuberías subterráneas quedan fuera de servicio.
XII. Catastrófico: El daño es casi total. Hay desplazamiento de grandes rocas, los objetos saltan al aire y los paisajes sufren grandes distorsiones.

De acuerdo a esta escala, los sismos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Sismos leves: Sismos con intensidades iguales o menores al grado VI.
- Sismos moderados: Sismos con intensidades VII y VIII.
- Sismos severos: Sismos con intensidades de grado IX.
- Sismos catastróficos: Sismos con intensidades de grado X o más.

Si la vivienda se encuentra mal diseñada y/o mal construida, puede presentar daños considerables después de un sismo moderado.

B2. Magnitud

Calcula la cantidad de energía liberada a través de la amplitud de las ondas sísmicas y utiliza instrumentos llamados sismógrafos. Se mide con la “Escala de Ritcher”, que empieza en 0 y no tiene límite superior.

A diferencia de la intensidad, que se estima por la apreciación subjetiva de las personas o por los efectos observados en las construcciones, la magnitud es una medida establecida por instrumentos especiales.

En nuestro país, utilizamos esta escala para cuantificar la magnitud de los sismos.

Magnitud de los sismos en el Perú:

El principal enemigo de una vivienda es un sismo y el Perú es un país con mucha actividad sísmica. La siguiente relación de sismos ocurridos en el país nos hace tomar conciencia de esta realidad:

FECHA	UBICACIÓN	MAGNITUD (ESCALA DE RICHTER)
2007/08	PISCO	7.9 GRADOS
2006/11	AREQUIPA	5.3 GRADOS
2006/10	CARAVELI	5.5 GRADOS
2005/10	MOQUEGUA	5.4 GRADOS
2005/09	MOYOBAMBA	7.0 GRADOS
2004/07	LIMA	5.4 GRADOS
2003/08	CUSCO	4.6 GRADOS
2002/02	AREQUIPA	5.0 GRADOS
2001/12	AREQUIPA	5.4 GRADOS
2001/06	AREQUIPA	6.9 GRADOS
1999/04	AREQUIPA	6.1 GRADOS
1996/11	NAZCA	6.4 GRADOS
1993/04	LIMA	6.0 GRADOS
1991/04	MOYOBAMBA	6.5 GRADOS
1990/05	MOYOBAMBA	6.2 GRADOS
1986/04	CUSCO	5.5 GRADOS
1979/02	AREQUIPA	6,9 GRADOS
1974/10	LIMA	7.5 GRADOS
1970/05	HUARAZ	7.8 GRADOS
1968/06	MOYOBAMBA	7.0 GRADOS
1966/10	LIMA	7.5 GRADOS
1963/09	ANCASH	7.0 GRADOS
1960/11	AREQUIPA	7.5 GRADOS
1959/07	AREQUIPA	7.0 GRADOS
1947/11	SATIPO	7.5 GRADOS
1946/11	ANCASH	7.2 GRADOS
1942/08	NAZCA	8.4 GRADOS

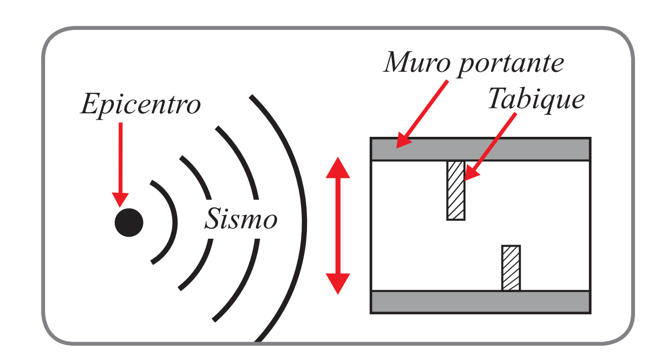
Fuente: Andina, Lima 2007.

C. ACCIÓN DE LOS SISMOS SOBRE LAS VIVIENDAS

Cuando se produce un sismo, sus ondas se transmiten a la estructura de la casa a partir de su cimentación.

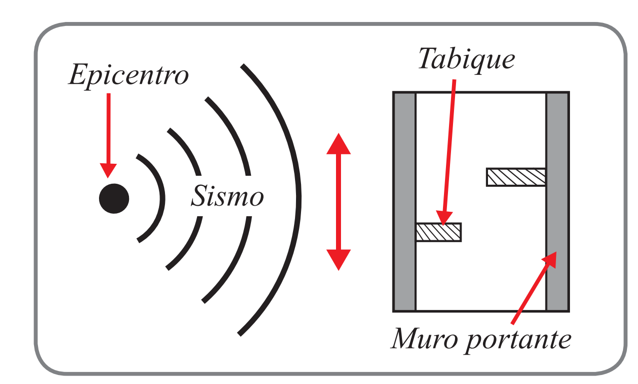
La masa en reposo de la edificación se resiste al movimiento de la base y crea fuerzas que actúan principalmente sobre los muros y columnas que hemos construido.

DISTRIBUCIÓN DE LOS MUROS - VISTA DESDE ARRIBA (PLANTA)



DAÑOS SEVEROS

Si no se tiene una adecuada cantidad de **muros portantes*** en la dirección del movimiento sísmico, la vivienda sufrirá daños considerables.

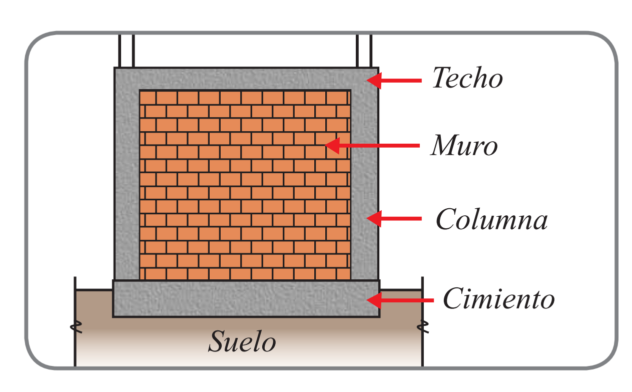


DAÑOS LEVES

Si la mayor cantidad de los **muros portantes** están paralelos a la dirección del movimiento sísmico, la vivienda se comportará mejor.

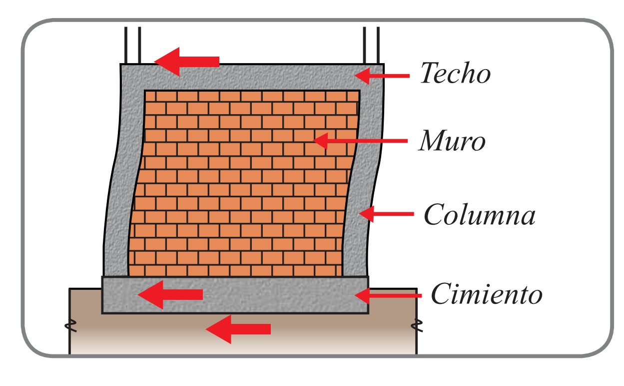
Por este motivo, el diseño de una vivienda debe considerar muros que puedan tomar los esfuerzos sísmicos en ambas direcciones.

ESFUERZOS DE LOS MUROS DURANTE UN SISMO - VISTA DE COSTADO (CORTE)



ANTES DEL SISMO

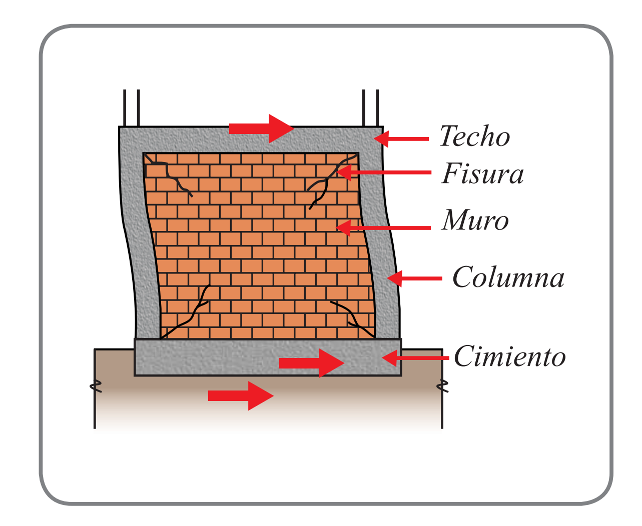
La vivienda sólo soporta su propio peso.



INICIO DEL SISMO

El suelo comienza a moverse, lo que ocasiona que el cimiento, al estar empotrado, también se mueva con el suelo. La parte superior de la vivienda se mueve más lentamente, produciendo esfuerzos y deformaciones en los muros y columnas.

*(ver glosario)



DURANTE EL SISMO

Luego el suelo se mueve en sentido contrario, al igual que el cimiento. Esto ocasiona que la parte superior de la vivienda cambie el sentido de su movimiento, produciéndose mayores esfuerzos y deformaciones.

Después de varias repeticiones de estos movimientos, las paredes comienzan a fisurarse.

D. CARACTERÍSTICAS DE UNA VIVIENDA SISMORRESISTENTE

Una vivienda sismorresistente es aquella que puede soportar los efectos dañinos de los sismos. Para eso debe cumplir tres condiciones:

- Buenos planos, es decir, un plano adecuado de estructuras, que indique las dimensiones que tendrán la cimentación, las columnas, los muros, las vigas y los techos; así como las especificaciones de los materiales con los que se harán. La estructura podrá resistir los sismos siempre y cuando se cumpla lo indicado en este plano.

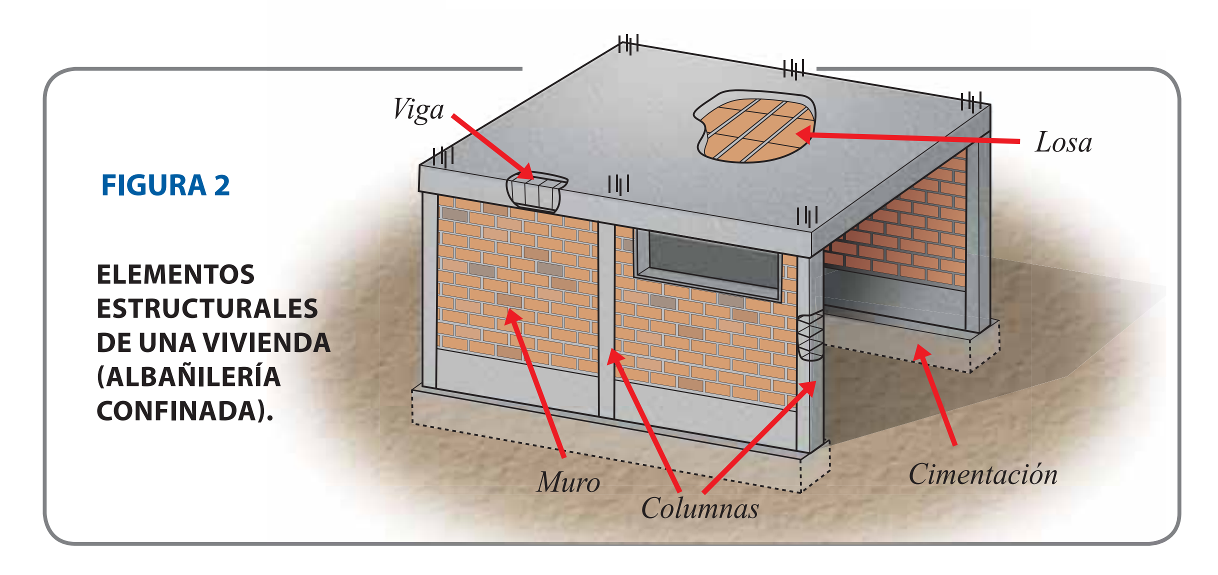
- Buenos especialistas, es decir, maestros y trabajadores que conozcan a profundidad la ejecución de los procedimientos constructivos, de tal manera que puedan plasmar correctamente lo indicado en los planos.

- Buenos materiales, que consigan que la estructura de la vivienda no se deteriore a través del tiempo y que alcance la resistencia adecuada para soportar los sismos.

D1. Elementos estructurales que conforman la vivienda

La estructura de la vivienda es la encargada de soportar los efectos del sismo y de otras cargas. Está conformada por (ver figura 2):

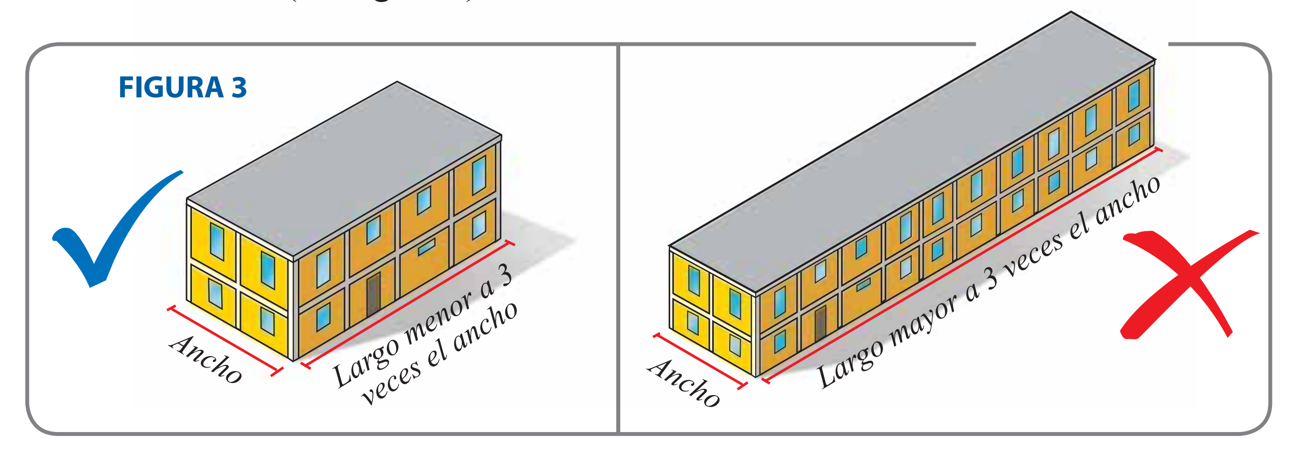
- **Losa:** Su función es transmitir las cargas que soporta, es decir, pesos de muebles, personas y su propio peso, así como los efectos del sismo hacia las vigas. Asimismo, mantiene unidas a las vigas, columnas y muros.
- **Viga:** Es un elemento horizontal que transmite cargas al muro.
- **Columna:** Su función es transmitir cargas a los pisos inferiores y a la cimentación.
- **Muros:** Transmiten las cargas de la losa y de las vigas a pisos inferiores y a la cimentación.
- **Cimentación:** Transmite las cargas al terreno.



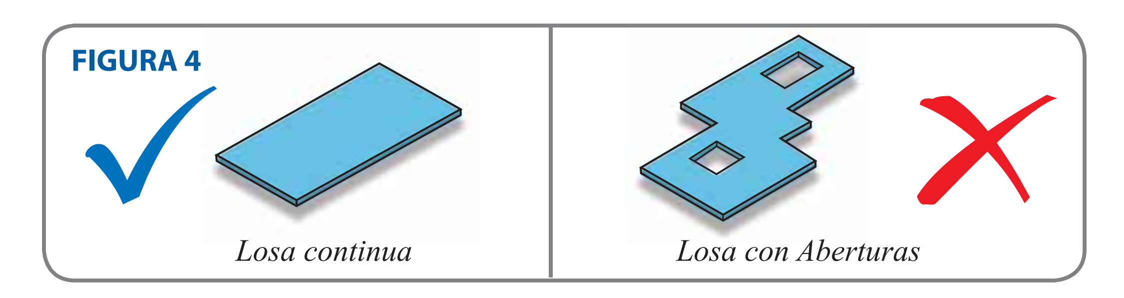
D2. Forma adecuada de la vivienda

Para que la vivienda soporte adecuadamente los sismos, debe cumplir con las siguientes características:

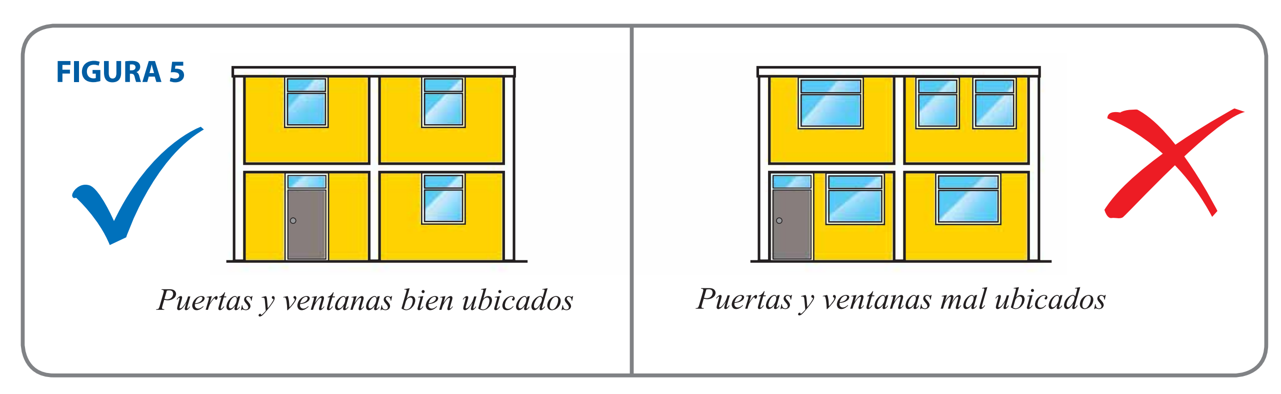
- **Simetría:** La vivienda debe ser lo más idéntica posible tanto en planta como en elevación, es decir, si la dividimos en cuatro partes, éstas deben ser más o menos parecidas. Asimismo, se debe evitar construir viviendas cuyo largo sea mayor a tres veces el ancho (ver figura 3).



- **Continuidad de las losas:** Se debe evitar tener en los techos grandes aberturas o muchas aberturas pequeñas (ver figura 4).



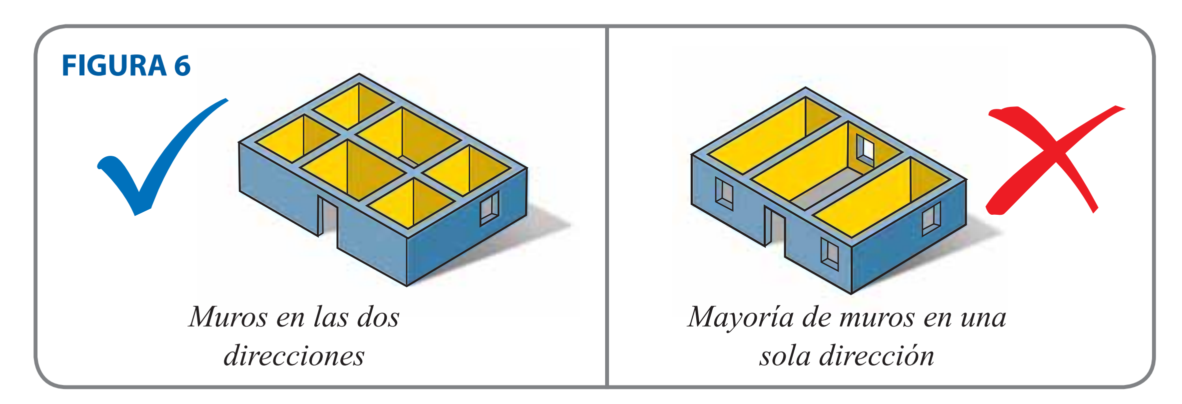
- **Ubicación de puertas y ventanas:** Las puertas y ventanas deben ser ubicadas en el mismo sitio en todos los pisos. Además, se debe construir sin dinteles, es decir, hasta las vigas (ver figura 5).



Puertas y ventanas bien ubicados — *Puertas y ventanas mal ubicados*

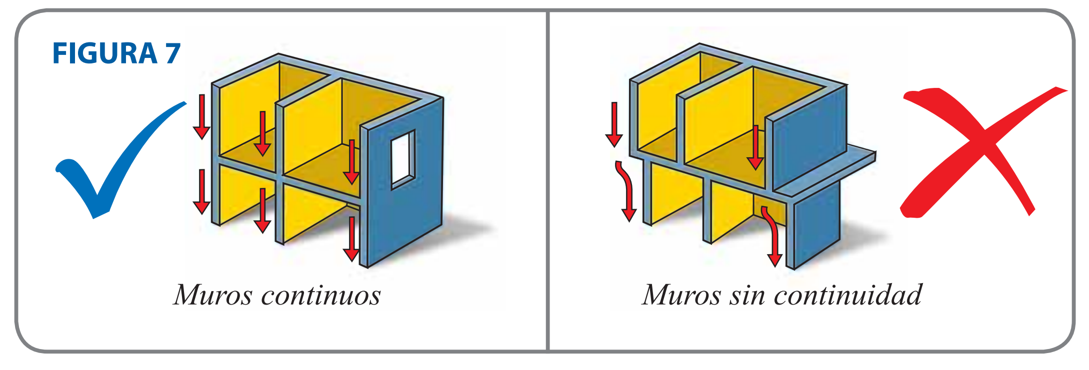
Fuente: Marcial Blondet (2005)

- **Cantidad de muros:** Se debe construir los muros en las dos direcciones de la casa, tratando que la cantidad de dichos muros sea la misma. Esto es importante, ya que los muros tienen la función de resistir los sismos que pueden venir en cualquier dirección (ver figura 6).



Muros en las dos direcciones — *Mayoría de muros en una sola dirección*

- **Continuidad de los muros:** Los muros de pisos superiores deben estar ubicados sobre los muros de pisos inferiores (ver figura 7).



Muros continuos — *Muros sin continuidad*

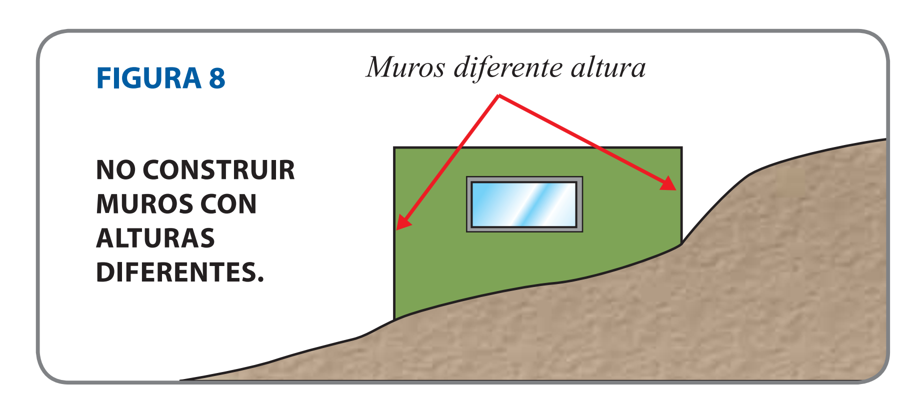
Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Antisísmica (2001)

CONSIDERACIONES SOBRE LA UBICACIÓN DE LA VIVIENDA

Antes de comenzar la construcción de la vivienda, es prudente analizar dónde vamos a ubicarla.

Nunca debemos edificar una casa sobre material de relleno, ya que en el futuro, éste se asentará y producirá graves rajaduras e incluso el colapso de la vivienda.

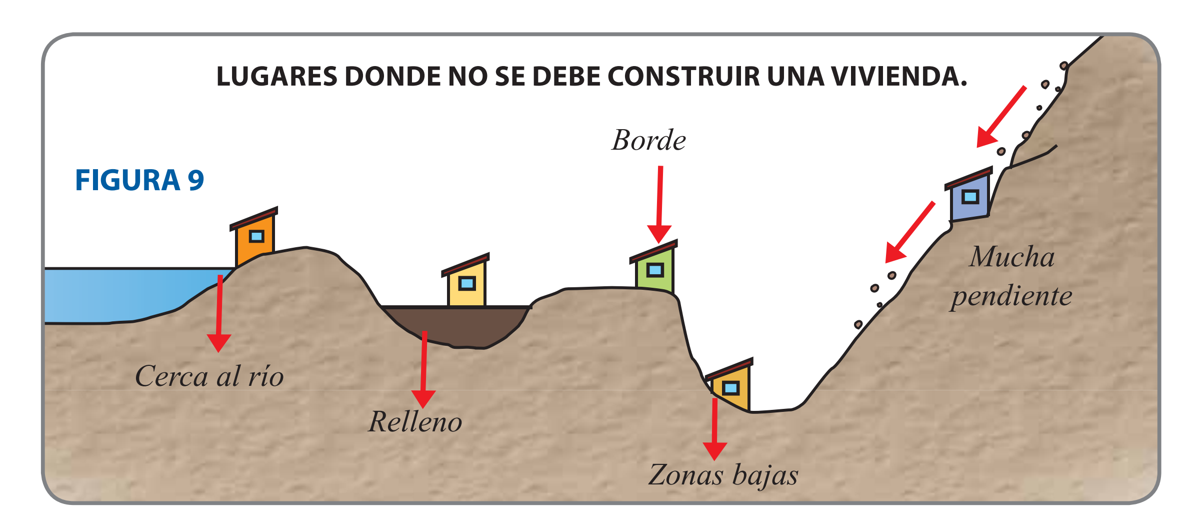
Debemos evitar construir en laderas muy empinadas. Si se hiciera, se debe conformar plataformas horizontales y escalonadas, de tal manera que los muros de la vivienda tengan todos la misma altura (ver figura 8).



No debemos construir en zonas de antiguos lechos de río, por el riesgo a inundaciones y huaicos.

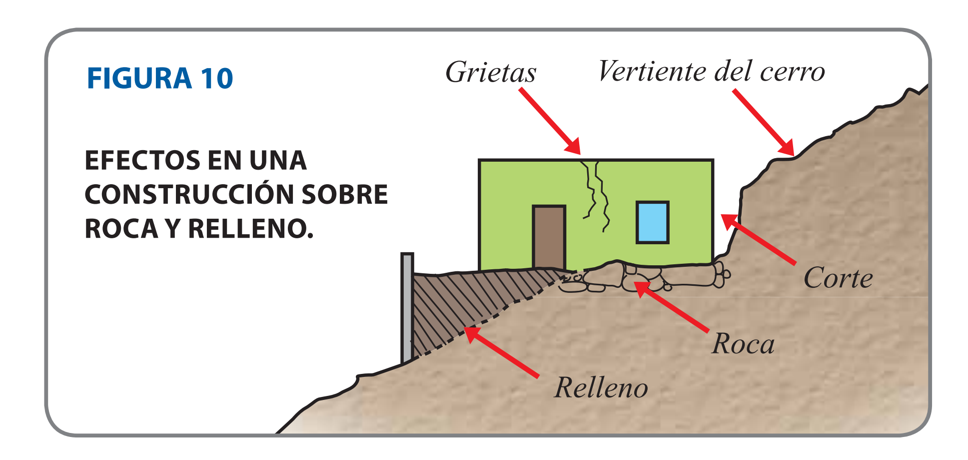
Debemos trazar y replantear los linderos del terreno, respetando en todo momento los límites con los lotes vecinos, con las vías públicas y con las veredas.

El lugar adecuado para construir una vivienda es sobre suelos firmes y resistentes, como las rocas o gravas, ya que permitirán un buen comportamiento de la cimentación (ver figura 9).



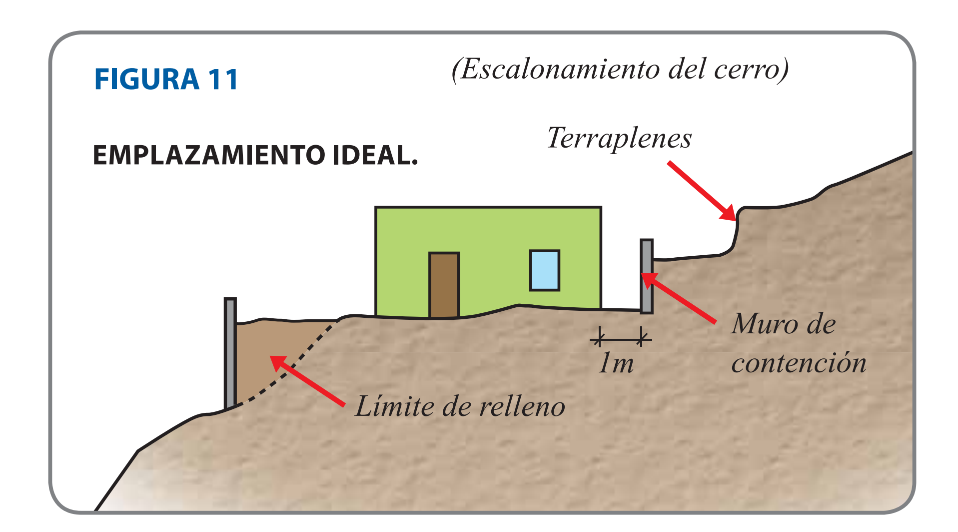
Si el suelo estuviese formado por rellenos o basura, se deberán remover estos materiales y excavar hasta que se encuentre un terreno firme.

Cuando se construye una vivienda sobre una ladera, no es bueno cimentar una parte sobre la roca y otra sobre el relleno, ya que la cimentación a lo largo del tiempo presentará comportamientos diferentes. Esto ocasionará que se produzcan grietas en la vivienda (ver figura 10).



Esta situación será más grave si ocurre un sismo. Siempre se debe excavar las zanjas de cimentación hasta llegar al suelo natural y firme.

Nunca se debe utilizar la vertiente del cerro para construir la pared posterior o parte de ella; una pared de este tipo podría ceder, caer y demoler su vivienda en cualquier momento. Lo recomendable es independizar las estructuras dejando un espacio intermedio de un metro de ancho como mínimo (ver figura 11).



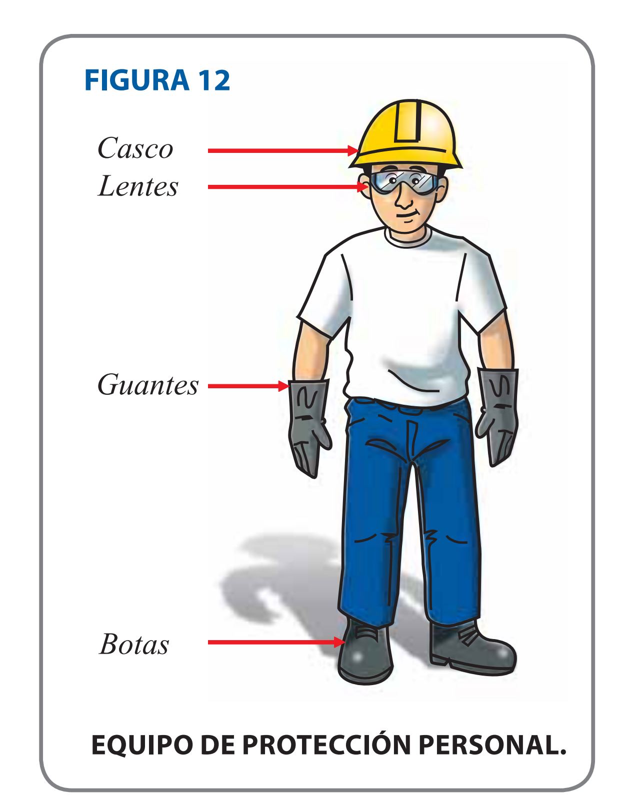
También es importante considerar que esta parte debe estar limitada con un muro de contención lo suficientemente resistente para soportar las presiones que ejerce el suelo. De igual manera, se escalonará el cerro para evitar deslizamientos.

SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

A. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Son de uso obligatorio para todas las personas que trabajan en construcción y están diseñados para protegerlos de lesiones que puedan ocurrir durante la jornada de trabajo. El equipo básico que se debe tener es: casco, botas, lentes y guantes (ver figura 12).

FIGURA 12



EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL.

- **Casco:** Es de plástico y tiene como función proteger la cabeza, el rostro y el cuello de objetos que puedan caer. No debe perforarse, ya que se puede debilitar el material del que está hecho.

- **Botas de seguridad:** Deben ser de cuero con punta de acero. De esta forma, se protege los pies de lesiones que pueden ocurrir por pisar clavos y de la caída de objetos. Asimismo, las suelas antideslizantes evitan resbalones.

- **Lentes de seguridad:** Evitan que ingresen partículas o polvo, producto del trabajo con herramientas.

- **Guantes:** Protegen las manos de astillas, cortes o de la manipulación de materiales que puedan dañar la piel, como cemento, cal, ladrillos de concreto, etc.

B. MANEJO MANUAL DE MATERIALES

Muchos accidentes que ocasionan lesiones en obra, se deben a formas incorrectas de levantar y transportar cargas. Es importante tener en cuenta que no todas las personas tienen la misma fuerza y capacidad para manipular estas cargas, por ello es necesario saber la capacidad de los operarios y no sobrepasarla en ninguna situación. Por regla general, una persona no debe levantar ni cargar más del peso equivalente a una bolsa de cemento (42.5 kg.).

Considerar los siguientes puntos al levantar cargas:

- No levantar cargas manteniendo la espalda curva o inclinada hacia adelante, ello origina problemas en la columna vertebral. Por esta razón, es importante mantener en todo momento la espalda recta (ver figura 13).

- Si se desea cargar al hombro, primero levantar la carga hasta la cintura, luego impulsarla mediante brazos y piernas, manteniendo los pies apoyados en el piso.

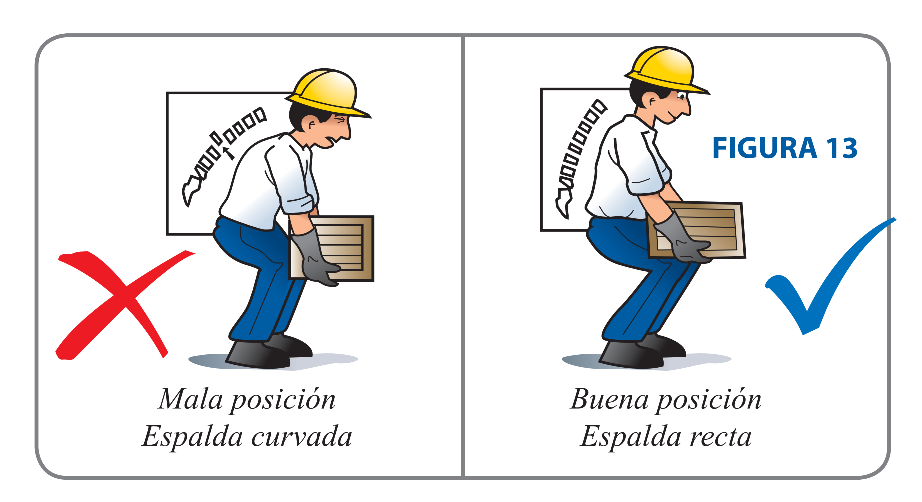


FIGURA 13

Considerar los siguientes puntos al transportar cargas:

- Si se trata de cargas voluminosas, no dejar que éstas obstruyan la visión, ello evitará posibles caídas.

- El cuerpo debe permanecer erguido y la carga pegada al pecho, pues permite levantarla sin mucho esfuerzo.

- Al transportar sobre el hombro tubos, maderas y fierros, mantener siempre la mirada hacia delante y tener cuidado al doblar las esquinas.

C. TRABAJOS EN EXCAVACIONES

Las excavaciones de zanjas y cimientos son muy peligrosas. Si no se toman medidas de seguridad, pueden producirse derrumbes, caídas de los trabajadores, de los materiales excavados, etc. Algunas recomendaciones que se deben seguir cuando se haga este tipo de trabajo son (ver figura 14):

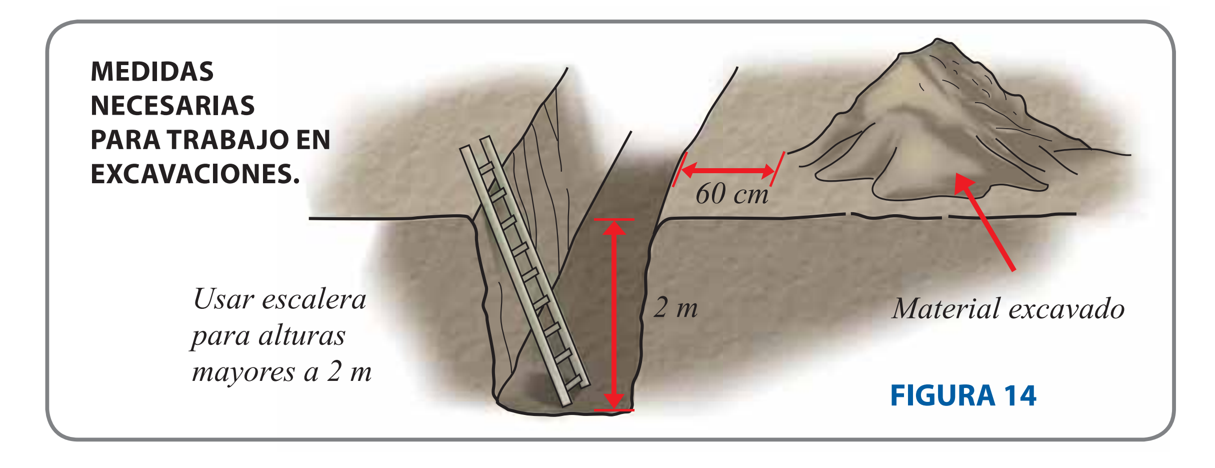


FIGURA 14

- Antes de excavar, se deben eliminar los objetos que pueden caerse, como rocas, herramientas cercanas, tablones, etc.

- El material excavado debe ser colocado por lo menos a 60 cm. del borde de la excavación. Si no se pueden colocar a esta distancia, el material debe ser reubicado.

- Si la profundidad de excavación es mayor a 2 m., se deben usar escaleras para salir.

- Cuando se realizan excavaciones en espacios públicos (límite de propiedad con la calle), no debe descartarse la probabilidad de que existan tuberías de agua, de desagüe o cables eléctricos enterrados. Es muy importante estar atentos ante esa eventualidad.

D. USO DE HERRAMIENTAS

Los accidentes también pueden producirse por el uso inadecuado de herramientas, como picos, lampas, combas, martillos, escaleras, etc. A continuación, se dan recomendaciones para el uso de las principales herramientas de trabajo:

- **Lampas, combas y martillos:**

- No usarlos con mangos rotos o rajados.

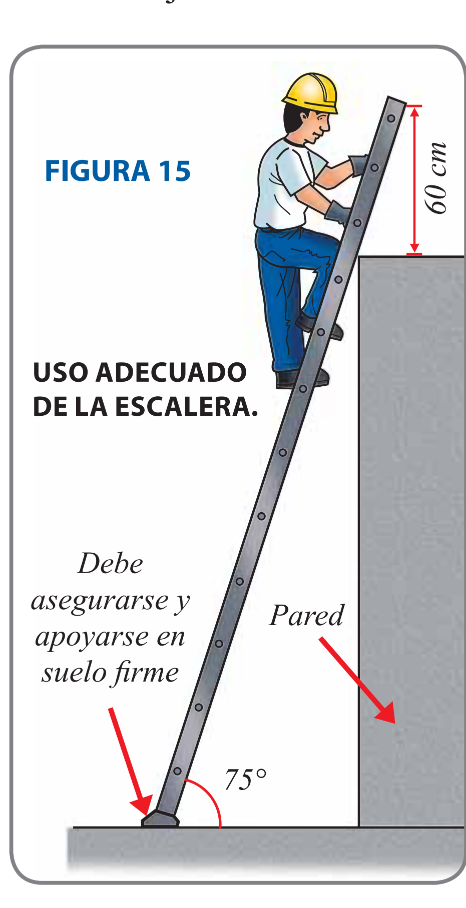
- En el caso de los martillos, deben cargarse en un cinturón portaherramientas y nunca en los bolsillos.

- **Escaleras** (ver figura 15):

- Se deben construir con madera en buen estado. Además, el ancho de la escalera debe ser como mínimo 60 cm.

- Debe apoyarse y asegurarse sobre terreno firme. Nunca se debe apoyar sobre ladrillos, bateas u otros elementos. La parte superior deberá sujetarse en el lugar donde se apoya y debe sobresalir por lo menos 60 cm.

- El ángulo apropiado de inclinación de las escaleras debe ser aproximadamente 75º.



- Antes de subir o bajar por una escalera, verificar que los zapatos estén libres de lodo, de aceite o de grasa.

- No llevar materiales pesados en las manos.

- Sólo debe bajar y subir una persona a la vez. Se deberán tomar con ambas manos los peldaños y nunca bajar de espaldas a la escalera.

E. ORDEN Y LIMPIEZA

El desorden y la falta de limpieza, tales como almacenamiento desordenado de materiales y desperdicios, herramientas tiradas, clavos en el piso, etc., son causas de muchos accidentes. Por lo tanto, es necesario mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo, para lo cual se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Las superficies de trabajo deben estar libres de desperdicios o de desechos de materiales, de obstrucciones o de elementos punzantes o cortantes (fierros sueltos, alambres, etc.) grasas, aceites u otras sustancias que puedan causar resbalones y caídas.

- Colocar los desperdicios en lugares apropiados, es decir, fuera de las áreas de trabajo y de almacenaje de herramientas y equipos.

- Sacar los clavos que sobresalgan de las maderas, al pisarlas podrían causar accidentes (ver figura 16).

- Ordenar los materiales y las herramientas en lugares adecuados al finalizar la jornada de trabajo.

- Las rampas de madera estarán provistas de listones del mismo material en su superficie para evitar resbalones, y de barandas, para evitar caídas (ver figura 17).



FIGURA 16

SACAR LOS CLAVOS QUE SOBRESALGAN.

- Las aberturas en pisos, techos o paredes como pozos para escaleras o ventanas con alfeizares bajos, deberán estar provistos de tapas resistentes o de barandas, para evitar caídas al vacío (ver figura 18).

FIGURA 17

RAMPA DE MADERA.



FIGURA 18

ABERTURA CON BARANDAS.



1. MATERIALES

1.1 EL CEMENTO

El cemento es un material que combinado con la arena, la piedra y el agua, crea una mezcla capaz de endurecerse hasta adquirir la consistencia de una piedra.

El cemento se vende en bolsas de un pie cúbico que pesan 42.5 kg (ver figura 19). Existen diferentes marcas y variedades, siendo los más usados los tipos I e IP; todas las características se encuentran impresas en sus respectivas bolsas.



FIGURA 19

BOLSA DE CEMENTO.
Bolsa de cemento 42.5 kg
(Un pie cúbico)

Entre los más conocidos están:

Cemento Tipo I
De uso común y corriente en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.

Cemento Puzolánico IP
Cemento al que se ha añadido puzolana hasta en un 15%, material que le da un color rojizo y que se obtiene de arcillas calcinadas, de cenizas volcánicas o de ladrillos pulverizados. La ventaja de reemplazar parte del cemento por este material, es que permite retener agua, por lo que se obtiene una mayor capacidad de **adherencia***.

Esto retrasa, además, el tiempo de fraguado y es conveniente cuando se necesita de más tiempo, por ejemplo, para frotachar un piso de concreto.

Cemento Tipo II
De moderada resistencia al ataque de los sulfatos, se recomienda usar en ambientes agresivos. Los sulfatos son sustancias que aparecen en las aguas subterráneas o en los suelos, que cuando entran en contacto con el concreto, lo deterioran.

Cemento Tipo III
De desarrollo rápido de resistencia. Se recomienda usar cuando se quiera adelantar el desencofrado. Al fraguar, produce alto calor, por lo que es aplicable en climas fríos.

Cemento Tipo IV
Al fraguar produce bajo calor, recomendable para vaciados de grandes masas de concreto. Por ejemplo, en presas de concreto.

*(ver glosario)

Cemento Tipo V
De muy alta resistencia al ataque de sales, recomendable cuando el elemento de concreto esté en contacto con agua o ambientes salinos.

Los cementos tipo III y IV no son fabricados en nuestro país.

Consideraciones

- No es conveniente comprar el cemento con más de dos semanas de anticipación.

- Durante su almacenamiento, debe estar protegido para que mantenga sus propiedades. Por eso, hay que cubrirlo para que no esté expuesto a la humedad y aislarlo del suelo colocándolo sobre una tarima de madera (ver figura 20).

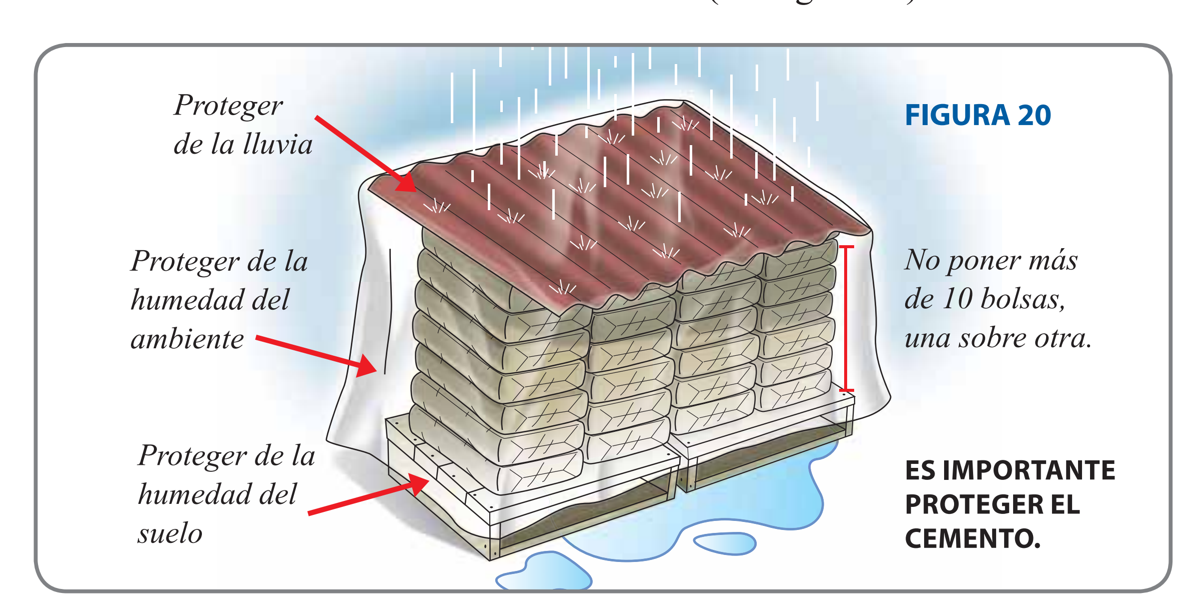


FIGURA 20

- La altura máxima que se debe alcanzar al apilar el cemento es de 10 bolsas, para evitar que las bolsas inferiores se compriman y endurezcan.

- El tiempo máximo de almacenamiento recomendable en la obra es de un mes. Antes de usarse, se debe verificar que no se hayan formado grumos. Si los hubiera, el cemento se podrá usar, siempre y cuando puedan deshacerse fácilmente comprimiéndolos con la yema de los dedos.

- El cemento, al reaccionar con el agua, hace que el concreto comience a endurecerse y alcance la resistencia especificada en los planos de estructuras a los 28 días de mezclado; posteriormente, la resistencia continuará aumentando pero en menor medida. Para ello, el cemento debe mantenerse húmedo después del vaciado, mojándolo varias veces al día durante la primera semana. A este proceso se le llama **curado***.

*(ver glosario)

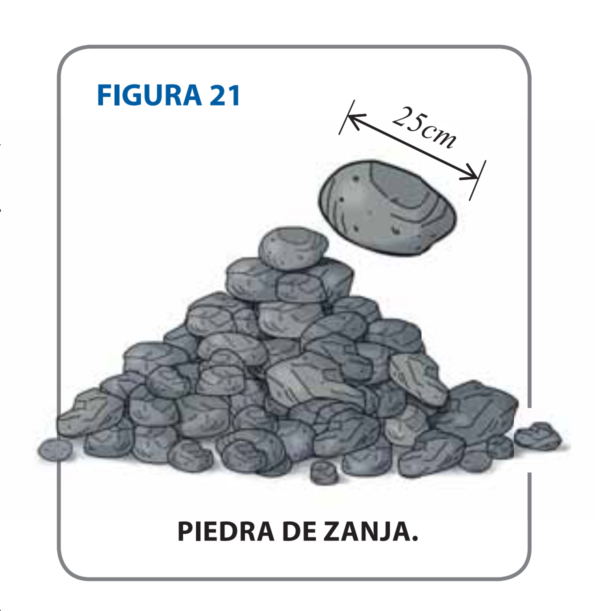
1.2 LA PIEDRA DE ZANJA

Se utiliza en la mezcla del concreto que se usa para los cimientos. Puede ser piedra de río redondeada o piedra partida o angulosa de cantera y puede medir hasta 25 cm de lado o de diámetro (ver figura 21).

Consideraciones:

- Se vende por metros cúbicos (m^3).
- Deben estar limpias de polvo, de barro, de raíces, de excrementos de animales, etc.
- No deben quebrarse fácilmente al golpear una piedra contra otra.

FIGURA 21



PIEDRA DE ZANJA.



1.3 LA PIEDRA DE CAJÓN

Se utiliza en la mezcla del concreto que se usa para los sobrecimientos. Puede ser piedra de río redondeada o piedra partida o angulosa de cantera y debe medir hasta 10 cm de lado o de diámetro (ver figura 22).

Consideraciones:

- Las mismas que las de las piedras de zanja.

FIGURA 22



PIEDRA DE CAJÓN.

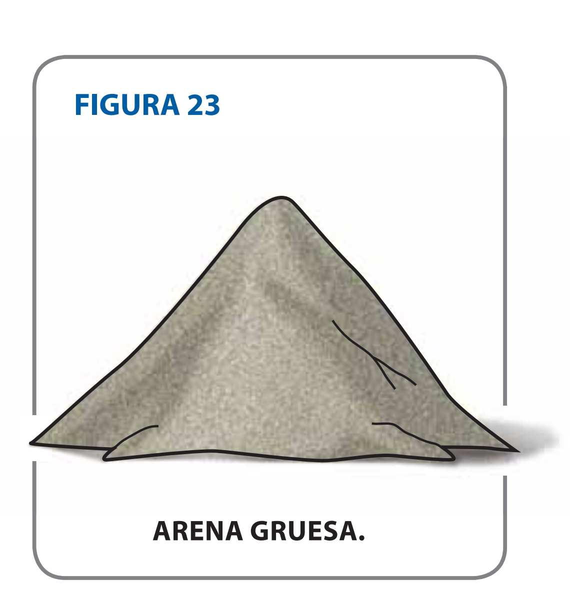
1.4 LA ARENA GRUESA

Sus partículas tienen un tamaño máximo de 5 mm. y se utiliza en la preparación de la mezcla para asentar los ladrillos y en la preparación del concreto (ver figura 23).

Consideraciones:

- La arena gruesa debe estar libre de polvo, de sales o de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc.). En consecuencia, es recomendable comprarla en canteras conocidas, y una vez que llegue a la obra, debe almacenarse en zonas limpias y libres de desperdicios.

FIGURA 23



ARENA GRUESA.

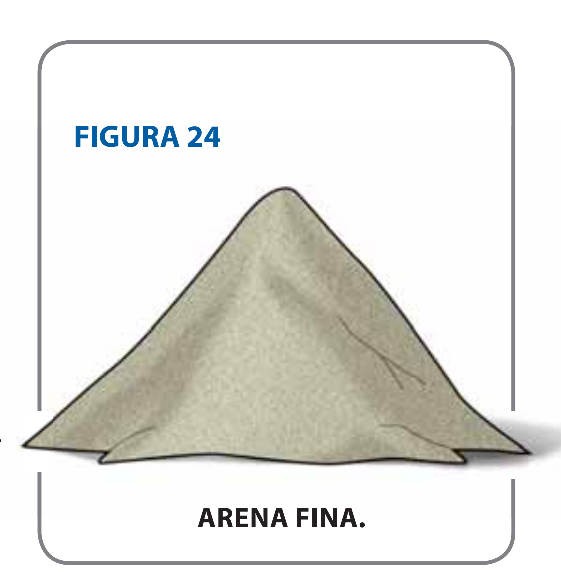
- Cuando se utilice en la mezcla para asentar ladrillos, debe estar seca antes de su uso. Así impedirá que al entrar en contacto con el cemento se inicie la fragua (endurecimiento de la mezcla) antes de tiempo.

- Se vende por metros cúbicos (m^3).

1.5 LA ARENA FINA

Sus partículas deben tener un tamaño máximo de 1 mm. Se utiliza en la preparación de mezcla para el tarrajeo de muros, para cielos rasos y para mortero de asentado de ladrillo caravista (ver figura 24).

FIGURA 24



ARENA FINA.

Consideraciones:

- La arena fina debe estar seca antes de preparar la mezcla, no debe mojarse antes de su uso. Esto impediría una buena mezcla y, al contacto con el cemento, se iniciaría la fragua antes de tiempo.

- No debe contener tierra, es decir, no debe ensuciar las manos. No debe contener mica, es decir, no debe brillar al sol. No debe tener sal ni una apariencia muy oscura; debe estar libre de impurezas y materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc). Además, no debe tener olor alguno.

- Por ningún motivo debe utilizarse arena de mar, porque contiene abundante cantidad de sal.

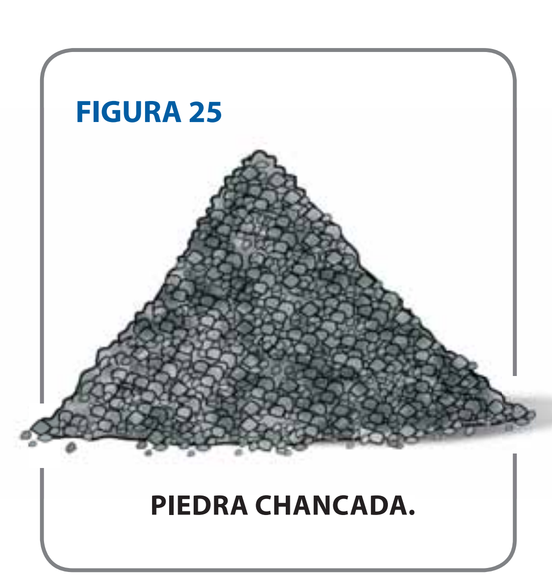
- Se vende por metros cúbicos (m^3).

1.6 LA PIEDRA CHANCADA

Se obtiene de la trituración con maquinarias de las rocas. Se utiliza en la preparación del concreto.

Se vende en tamaños máximos de 1”, 3/4” y 1/2” y su elección depende del lugar de la estructura donde se le empleará (ver figura 25).

FIGURA 25



PIEDRA CHANCADA.

Consideraciones:

- Se vende por metros cúbicos (m^3).

- Esta piedra debe ser de alta resistencia; no debe tener una apariencia porosa o romperse fácilmente.

- No debe tener arcilla, barro, polvo, ni otras materias extrañas.

- Antes del mezclado, es recomendable humedecerla para limpiarla del polvo y para evitar que absorba agua en exceso.

1.7 EL HORMIGÓN

Está compuesto por una mezcla que contiene arena gruesa y piedra en proporciones similares. Su costo es más económico que comprar ambos materiales por separado, pero sólo debe usarse para preparar concretos de baja resistencia, como por ejemplo, para los cimientos, los sobrecimientos y el falso piso (ver figura 26).



FIGURA 26

EL HORMIGÓN.

Consideraciones:

- Al comprar el hormigón, hay que tener cuidado que las proporciones de arena y piedra sean más o menos similares y que las piedras no sobrepasen 1” de diámetro o lado.

- No debe utilizarse en el vaciado de elementos de concreto armado como columnas, vigas, zapatas, techos, muros de contención, etc.

- Se vende por metros cúbicos (m^3).

1.8 EL AGUA

El agua debe ser limpia, libre de impurezas, fresca, sin olor, color ni sabor, es decir, debe ser agua potable. La cantidad de agua a utilizarse en las mezclas de concreto es muy importante. Cuando la mezcla no es manejable y se incrementa la cantidad de agua, se pierden propiedades importantes del concreto (ver figura 27).

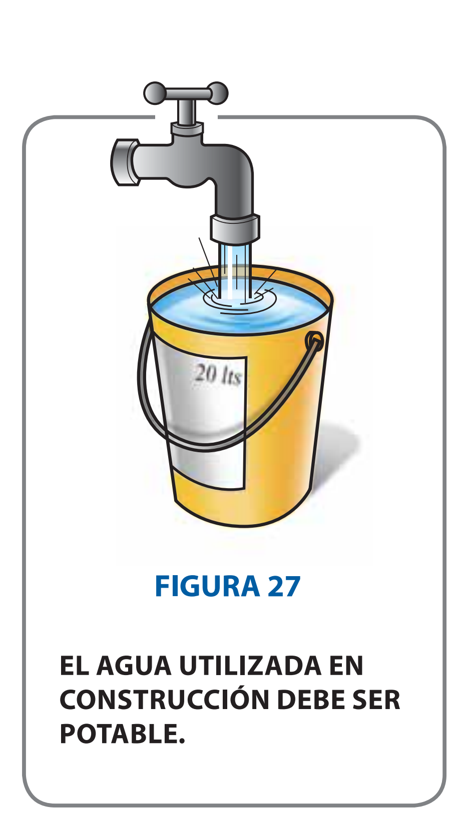


FIGURA 27

EL AGUA UTILIZADA EN CONSTRUCCIÓN DEBE SER POTABLE.

Consideraciones:

- No debe presentar espuma cuando se agita.

- No debe utilizarse en otra cosa antes de su empleo en la construcción.

- El agua de mar no es apropiada para la preparación del concreto debido a que las sales que contiene pueden corroer el fierro.

1.9 LOS LADRILLOS

Los ladrillos son las unidades con las cuales se levantan los muros y se aligera el peso de los techos.

Existen ladrillos de diferentes materiales: concreto, silício calcáreos, etc., pero los más usados para una casa son los de arcilla. Éstos se obtienen por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa.

Sus medidas son diversas y son fabricados de un tamaño que permita manejarlos con una mano. Sus dimensiones dependen del lugar donde van a ser colocados (muros, techos, etc.).

a. Ladrillo para Muros Portantes

Un **muro portante** soporta el peso de la estructura de una casa y resiste la fuerza de los sismos. Se les reconoce porque las **viguetas*** de los techos se apoyan transversalmente a ellos. Por esta razón, los ladrillos que se utilicen deben ser de muy buena calidad.

Los ladrillos para **muros portantes** se pueden clasificar en cinco tipos de acuerdo a su resistencia a la compresión (f'b). Así, tenemos desde el "Ladrillo I" que resiste 50 kg/cm^2 hasta el "Ladrillo V" que resiste 180 kg/cm^2.

En el siguiente cuadro, se muestra dicha clasificación, acompañada del tipo de ladrillo que comúnmente se usa para construir un muro.

CLASIFICACIÓN DE LOS LADRILLOS DE ACUERDO A SU RESISTENCIA

TIPO	DENOMINACIÓN	RESISTENCIA UNIDAD (kg/cm^2)
LADRILLO I	KING KONG ARTESANAL	50
LADRILLO II		70
LADRILLO III		95
LADRILLO IV	KING KONG INDUSTRIAL	130
LADRILLO V	KING KONCRETO	180

Como se observa en el cuadro anterior, los ladrillos artesanales tienen una menor resistencia a los hechos en fábrica, por lo cual se recomienda el uso de estos últimos. El ladrillo con mayor resistencia es el King Koncreto, que contiene cemento y agregados. Sin embargo, no es muy usado.

*(ver glosario)

El ladrillo más conocido para la contrucción de los **muros portantes** es el denominado “King Kong 18 huecos” (ver figura 28), cuyas dimensiones generalmente son:

Alto : 9 cm (dimensión que más 1 cm de junta da 10 cm)
Ancho : 13 cm (dimensión que más 2 cm de tarrajeo da 15 cm)
Largo : 24 cm (dimensión que más 1 cm de junta da 25 cm)

Estos ladrillos pueden ser fabricados artesanalmente o en una fábrica. Sin embargo, como ya se ha mencionado, es preferible comprar los ladrillos elaborados industrialmente, ya que garantizan uniformidad en sus dimensiones y resistencia adecuada.

Para que un ladrillo resista la fuerza de un sismo es muy importante que la cantidad de huecos (la suma de las áreas de los huecos) no sea mayor al 30% (una tercera parte) del área del ladrillo.

LADRILLO “KING KONG 18 HUECOS”, USADO PARA LOS MUROS PORTANTES.

FIGURA 28

13 cm
24 cm
9 cm

Máxima cantidad de huecos: 30%

b. Ladrillo para Tabiques

Se llaman **tabiques*** a los muros que no soportan el peso de la estructura de la casa ni la presión de los sismos. Se usan sólo para separar los ambientes, es decir, no se corre ningún peligro, si se elimina uno de estos muros.

Para este tipo de muro, es muy usado el “ladrillo pandereta”. Este mide, en promedio, 12 cm de ancho, 10 cm de alto y 23 cm de largo, es muy liviano y es más económico que el ladrillo King Kong (ver figura 29). Antes de comprarlos, se deben tener en cuenta las mismas recomendaciones dadas para los ladrillos King Kong. Por ningún motivo deben usarse para levantar los **muros portantes** de la vivienda.

LADRILLO PANDERETA, USADOS PARA LOS MUROS DE TABIQUERÍA.

FIGURA 29

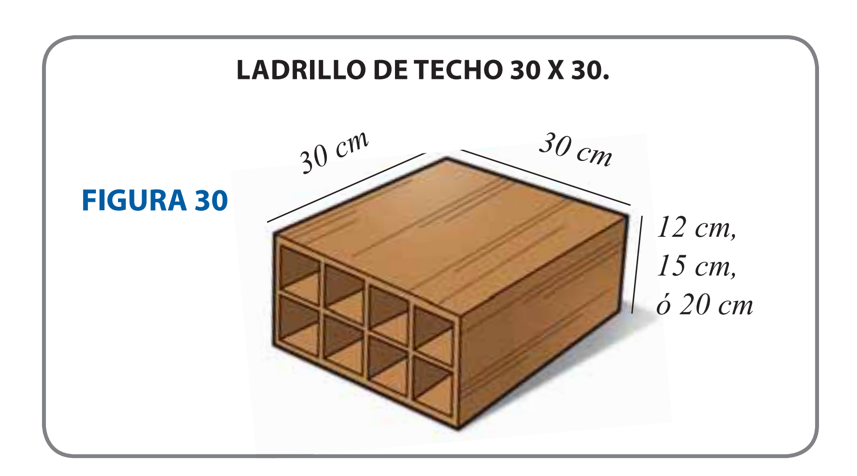


c. Ladrillo para Techos

Generalmente, miden 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los techos. Pueden ser de 12 cm, 15 cm ó 20 cm y son utilizados para techos aligerados de 15 cm, 20 cm ó 25 cm de espesor respectivamente (ver figura 30).

---

*(ver glosario)



LADRILLO DE TECHO 30 X 30.
FIGURA 30

Este ladrillo, al igual que el pandereta, es muy liviano y su función es aligerar el peso de los techos.

Consideraciones:

- Antes de comprar cualquiera de estos ladrillos, se debe revisar que no presenten rajaduras y que no estén crudos (coloración muy clara) o muy cocidos (coloración marrón negruzca); de lo contrario, serán de baja resistencia o muy quebradizos.

- Asimismo, los ladrillos no deben presentar manchas blancas porque esto puede indicar contenido de salitre, que posteriormente deteriorará el tarrajeo y la pintura.

1.10 EL ACERO o "FIERRO CORRUGADO"

El concreto es un material que resiste muy bien las fuerzas que lo comprimen. Sin embargo, es muy débil ante las fuerzas que lo estiran. Por eso, a una estructura de concreto es necesario incluirle barras de acero con el fin de que la estructura tenga resistencia al estiramiento.

A esta combinación de concreto y de acero se le llama "concreto armado". Esta combinación puede resistir adecuadamente dos tipos de fuerzas, las generadas por los sismos y las causadas por el peso de la estructura. Por esta razón, el acero es uno de los materiales más importantes en la construcción de una casa.

El acero o fierro de constrcción se vende en varillas que miden 9 m de longitud. Estas varillas tienen "corrugas" alrededor y a lo largo de toda la barra que sirven para garantizar su "agarre" al concreto (ver figura 31).

FIGURA 31

FIERRO CORRUGADO ACEROS AREQUIPA.



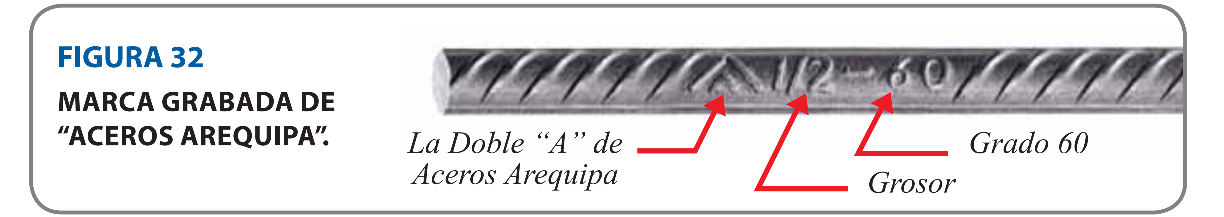
Estas varillas son producidas en el país por ACEROS AREQUIPA y se venden en diferentes grosores. Las más usadas para una casa son las de diámetros de 6 mm, 3/8", 1/2", y 5/8". También se fabrican en diámetros de 8 mm, 12 mm, 3/4", 1" y 1 3/8".

Al momento de la compra, es muy importante identificar correctamente el grosor de las varillas.

Aceros Arequipa posee el sistema de electrograbación para marcar sus varillas, esto permite identificar fácilmente dichos grosores (ver figura 32).

FIGURA 32

MARCA GRABADA DE "ACEROS AREQUIPA".



A continuación, se muestran los pesos por metro lineal para los diferentes diámetros que se venden en el mercado.

PESO (kg/m) SEGÚN DIÁMETRO

DIÁMETRO DEL FIERRO.	ÁREA NOMINAL mm²	PESO NOMINAL kg/mt	PESO MÍNIMO* kg/mt
6 mm	28	0.222	0.207
8 mm	50	0.395	0.371
3/8"	71	0.56	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2"	129	0.994	0.934
5/8"	199	1.552	1.459
3/4"	284	2.235	2.101
1"	510	3.973	3.735
1 3/8"	1006	7.907	7.433

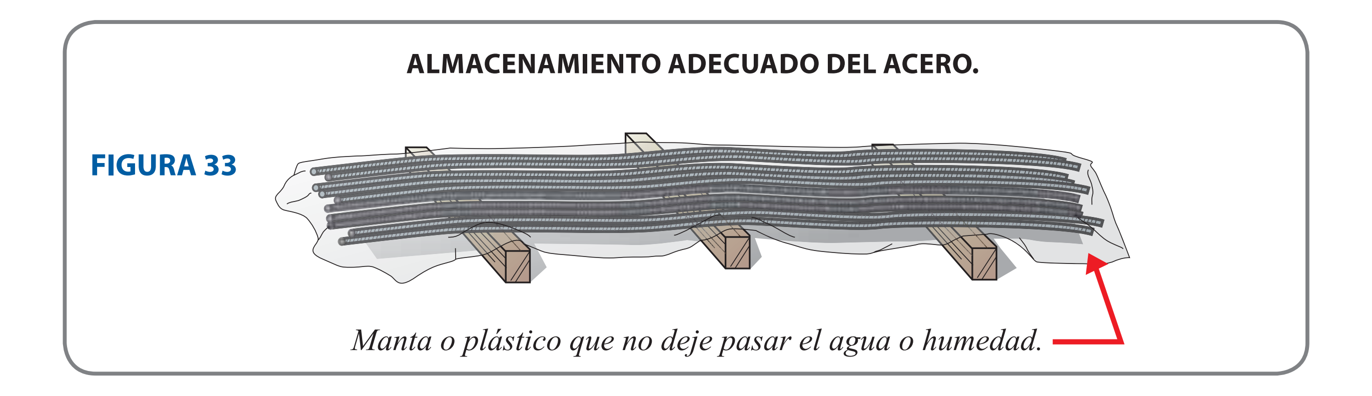
* *Lo mínimo que debe pesar un metro de fierro de construcción.*
OJO!**, si pesa menos...**NO ES SEGURO

Consideraciones

- Cuando almacene el acero, debe evitar que tenga contacto con el suelo. Se le debe proteger de la lluvia y de la humedad para evitar que se oxide, cubriéndolo con bolsas de plástico (ver figura 33).

ALMACENAMIENTO ADECUADO DEL ACERO.

FIGURA 33



Manta o plástico que no deje pasar el agua o humedad.

- Las barras de acero corrugado una vez dobladas no deben enderezarse, porque las barras solo se pueden doblar una vez. Si hay un error desechar el materíal.

- No se debe soldar las barras para unirlas. El soldado altera las características del acero y lo debilita.

- Si una barra se encuentra poco oxidada, puede ser usada en la construcción. Se ha demostrado que el óxido, en poca cantidad, no afecta la **adherencia** al concreto.

- Un fierro oxidado no puede ser utilizado cuando sus propiedades de resistencia y de peso se ven disminuidas. Para determinar si podemos utilizar el fierro debemos seguir los siguientes pasos:

  1) Verificar que el óxido es superficial solamente.
  2) Limpiar el óxido con una escobilla o lija.
  3) Verificar si el fierro mantiene el peso mínimo que exige la norma (ver tabla en pág. 25).

1.11 EL MORTERO

Se llama mortero a la mezcla de cemento, arena y agua. Se puede usar para asentar los ladrillos, para lo cual se usará arena gruesa; o para tarrajear las paredes y cielos rasos, en cuyo caso se usará arena fina.

a. Mortero para Asentado de Ladrillos

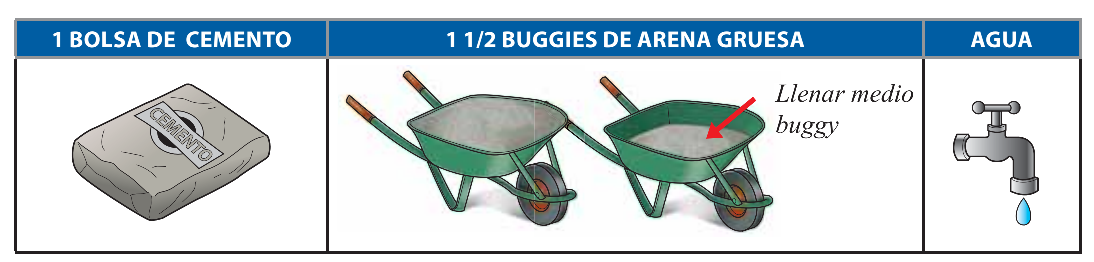
Se usa para pegar los ladrillos y levantar los muros. La mezcla se hace con arena gruesa. Existen dos tipos de mortero, según las proporciones de sus componentes.

PROPORCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MORTERO

TIPO	VOLUMEN DE CEMENTO	VOLUMEN DE ARENA GRUESA
P1	1	3 a 3 1/2
P2	1	4 a 5

La proporción recomendada para una casa de dos pisos es la “P2”, es decir, un volumen de cemento por 4 ó 5 volúmenes de arena gruesa. Esta proporción se logra usando una bolsa de cemento con 1 1/2 buggies de arena gruesa y la cantidad de agua necesaria para lograr una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.

Proporción de mortero para asentado de ladrillos



b. Mortero para los Tarrajeos

Se usa para tarrajear los muros y los cielos rasos. La mezcla se hace con arena fina, la proporción recomendada es de un volumen de cemento por 5 volúmenes de arena fina. Esta proporción se logra usando 1 bolsa de cemento con 1 1/2 buggies de arena fina y la cantidad de agua necesaria para lograr una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.

Proporción de mortero para tarrajeo de muros



1.12 EL CONCRETO

Se denomina concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento.

La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras. Siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos.

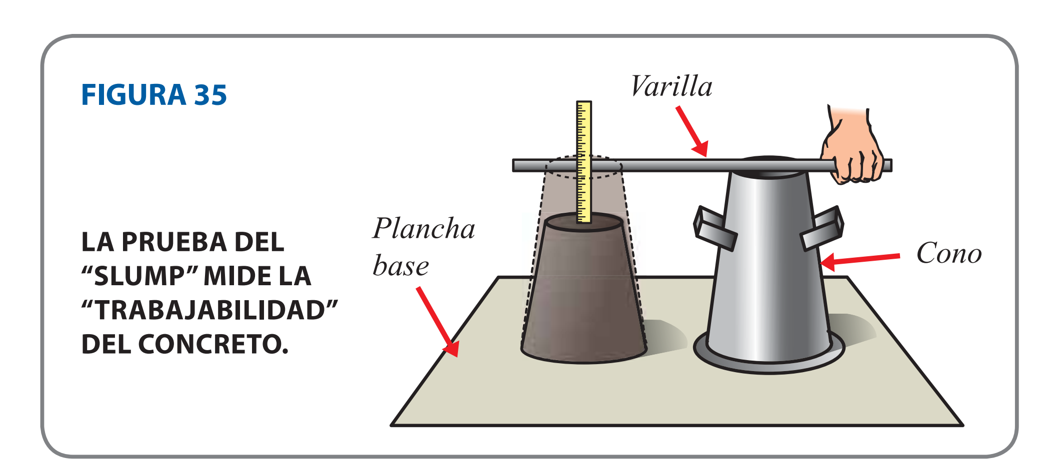
Después del vaciado, es necesario garantizar que el cemento reaccione químicamente y desarrolle su resistencia. Esto sucede principalmente durante los 7 primeros días, por lo cual es muy importante mantenerlo húmedo en ese tiempo. A este proceso se le conoce como **curado** del concreto.

El concreto tiene dos etapas básicas: cuando está fresco y cuando ya se ha endurecido.

Las propiedades principales del concreto en estado fresco son:

- **Trabajabilidad:** Es el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los procesos de mezclado, transporte, colocación y compactación. La forma más común para medir la "trabajabilidad" es mediante "la prueba del slump". Los instrumentos que se necesitan son una plancha base, un cono y una varilla de metal. Esta prueba consiste en medir la altura de una masa de concreto luego de ser extraida de un molde en forma de cono. Cuanto mayor sea la altura, el concreto será más trabajable. De la misma manera, cuanto menor sea la altura, el concreto estará muy seco y será poco trabajable (ver figura 35).

FIGURA 35



LA PRUEBA DEL "SLUMP" MIDE LA "TRABAJABILIDAD" DEL CONCRETO.

El primer paso para hacer esta prueba consiste en sacar una muestra de concreto de una determinada tanda de la mezcladora. Con esta muestra se llena el cono mediante tres capas y se chucea con la varilla, 25 veces cada una. Inmediatamente después se nivela el cono, se levanta verticalmente y se le coloca al lado del concreto. Por último, se mide la altura entre el cono y el concreto, colocando la varilla horizontalmente sobre el cono.

- **Segregación:** Ocurre cuando los agregados gruesos, que son más pesados, como la piedra chancada se separan de los demás materiales del concreto. Es importante controlar el exceso de segregación para evitar mezclas de mala calidad. Esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega, es decir, se asienta en el fondo del buggy.

- **Exudación:** Se origina cuando una parte del agua sale a la superficie del concreto. Es importante controlar la exudación para evitar que la superficie se debilite por sobre-concentración de agua. Esto sucede, por ejemplo, cuando se excede el tiempo de vibrado haciendo que en la superficie se acumule una cantidad de agua mayor a la que normalmente debería exudar.

- **Contracción:** Produce cambios de volumen en el concreto debido a la pérdida de agua por evaporación, causada por las variaciones de humedad y temperatura del medio ambiente. Es importante controlar la contracción porque puede producir problemas de fisuración. Una medida para reducir este problema es cumplir con el **curado** del concreto.

Por otro lado, las propiedades del concreto en estado endurecido son:

- **Elasticidad:** Es la capacidad de comportarse elásticamente dentro de ciertos límites. Es decir, que una vez deformado puede regresar a su forma original.

- **Resistencia:** Es la capacidad del concreto para soportar las cargas que se le apliquen. Para que éste desarrolle la resistencia indicada en los planos, debe prepararse con cemento y agregados de calidad. Además, debe tener un transporte, colocado, vibrado y **curado** adecuado.

Hay muchos tipos de concreto, pero para una casa generalmente se usan los siguientes:

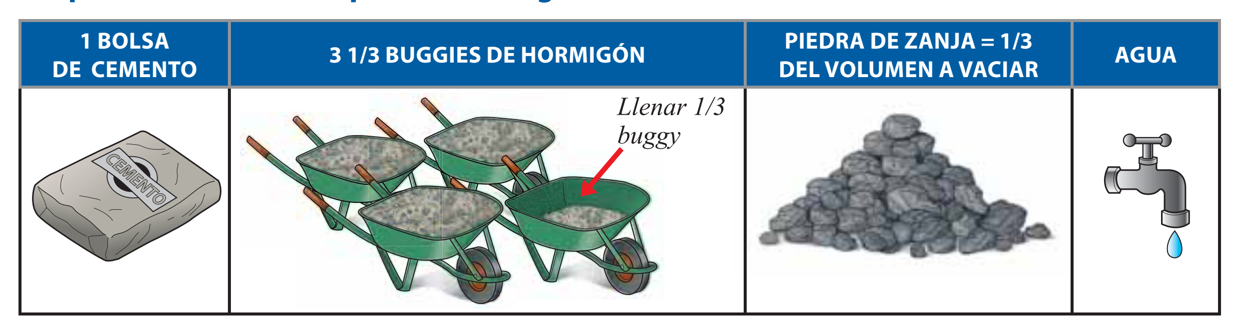
a. Concreto Ciclópeo

Este tipo de concreto se usa en los cimientos y en los sobrecimientos:

Cuando se usa en los cimientos, la proporción recomendable es de 1 volumen de cemento por 10 volúmenes de hormigón. Esta proporción se logra usando: 1 bolsa de cemento, con 3 1/3 buggies de hormigón y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla que permita un buen trabajo.

Adicionalmente, se debe incorporar piedra de zanja en una proporción equivalente a una tercera parte del volumen a vaciar. Las piedras tendrán un diámetro promedio de 25 cm., deben estar limpias y quedar completamente rodeadas de concreto.

Proporción de concreto para f'c=100kg/cm^2

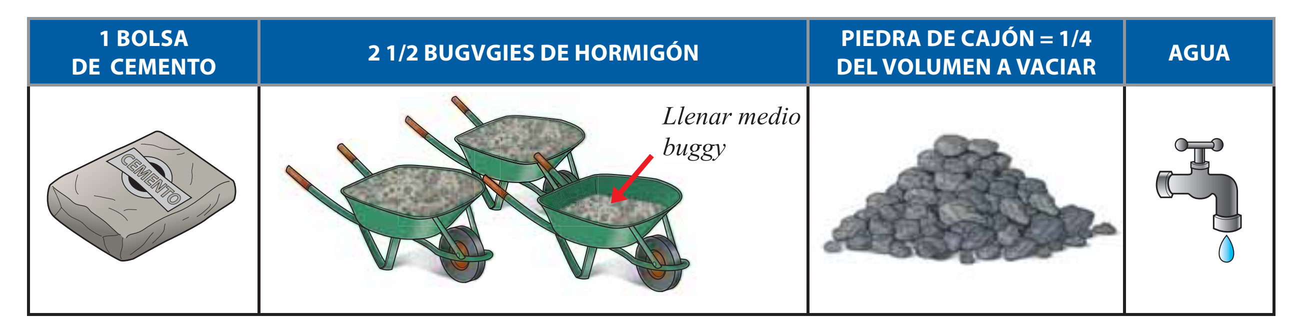


1 BOLSA DE CEMENTO	3 1/3 BUGGIES DE HORMIGÓN	PIEDRA DE ZANJA = 1/3 DEL VOLUMEN A VACIAR	AGUA

Cuando se usa en los sobrecimientos, la proporción recomendable es de 1 volumen de cemento por 8 volúmenes de hormigón. Esta proporción se logra usando: 1 bolsa de cemento, con 2 1/2 buggies de hormigón y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.

Adicionalmente se debe incorporar piedra de cajón en una proporción equivalente a una cuarta parte del volumen a vaciar. Las piedras tendrán un diámetro promedio de 10 cm, deben estar limpias y quedar completamente rodeadas de concreto.

Proporción de concreto para f'c=100kg/cm²



1 BOLSA DE CEMENTO	2 1/2 BUGVGIES DE HORMIGÓN	PIEDRA DE CAJÓN = 1/4 DEL VOLUMEN A VACIAR	AGUA

b. Concreto Simple

El concreto simple se usa para vaciar el falsopiso y contrapiso.

<u>En el falsopiso</u>, la proporción recomendable es de 1 volumen de cemento por 12 volúmenes de hormigón. Esta proporción se logra usando: 1 bolsa de cemento con 4 buggies de hormigón y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.

Proporción de concreto para falsopiso



1 BOLSA DE CEMENTO	4 BUGGIES DE HORMIGÓN	AGUA

<u>En el contrapiso</u>, la proporción recomendable es 1 volumen de cemento por 5 volúmenes de arena gruesa. Esta proporción se logra usando 1 bolsa de cemento con 1 1/2 buggies de arena gruesa y la cantidad de agua necesaria que permita una mezcla pastosa y trabajable.

Proporción de concreto para contrapiso



1 BOLSA DE CEMENTO	1 1/2 BUGGIES DE ARENA GRUESA	AGUA

c. Concreto Armado

Se llama concreto armado a la unión del concreto reforzado con las varillas de acero.

El concreto armado se usa para vaciar las columnas y techos. La proporción recomendable para lograr una resistencia adecuada para una casa de 2 ó 3 pisos es de 1 volumen de cemento por 3 volúmenes de arena gruesa y 3 volúmenes de piedra chancada. Esta proporción se logra usando: 1 bolsa de cemento con 1 buggy de arena gruesa, 1 buggy de piedra chancada y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.

La cantidad de agua varía dependiendo del estado de humedad en que se encuentre la arena y la piedra. Si están totalmente secas, para una bolsa de cemento se necesitará 40 litros de agua. Pero si la piedra y la arena están totalmente mojadas, bastará con unos 20 litros.

Proporción de concreto para f’c=175kg/cm²



Con estas proporciones, la resistencia del concreto al cabo de un mes, debe ser 175 kg/cm². Esto sólo sucederá si el concreto ha sido debidamente preparado, colocado y mojado durante varios días después de su fraguado.

Consideraciones

- Es recomendable utilizar una mezcladora que garantice la completa unión de todos los componentes. El mezclado a mano con lampa no asegura una buena calidad.
- Igualmente, es importante compactar el concreto fresco, con una vibradora. Si no se tiene este equipo, habrá que hacerlo mediante un vigoroso **chuzado***, utilizando una varilla de fierro y golpeando el encofrado con un martillo.
- Finalmente, es importante recalcar, que para que el concreto desarrolle una resistencia adecuada, se requiere mojarlo constantemente por lo menos durante los 7 primeros días.

---

*(ver glosario)

1.13 RECOMENDACIONES PARA LA COMPRA DE MATERIALES

En el siguiente cuadro, se presentan algunas recomendaciones elementales que servirán de guía para comprar materiales adecuados:

MATERIAL	RECOMENDACIONES
CEMENTO	- Verificar que el peso de la bolsa sea 42.5 kg.
	- Verificar que el cemento no presente grumos.
ARENA GRUESA ARENA FINA	- Verificar que esté libre de materia orgánica (raíces, tallos, excrementos, etc), polvo o sales.
	- Revisar que no tenga una apariencia muy oscura.
	- No debe comprarse arena de mar.
PIEDRA CHANCADA	- Debe tener una consistencia dura.
	- No debe tener arcilla, polvo ni barro.
	- El tamaño máximo debe ser 1/2", 3/4".
HORMIGÓN	- Revisar que esté libre de polvo, tierra, barro o grasas.
LADRILLOS	- Verificar las dimensiones del ladrillo. Por lo general son: a. Ladrillo King Kong: 9 cm de alto, 13 cm de ancho y 24 cm de largo. b. Ladrillo Pandereta: 10 cm de alto, 12 cm de ancho y 23 cm de largo. c. Ladrillo Techo: 15 cm de alto, 30 cm de ancho y 30 cm de largo.
	- Revisar que no presenten rajaduras, crudos (coloración clara) o muy cocidos (coloración marrón negruzca).
	- No deben presentar manchas blancas.
ACERO	- Revisar que presente corrugas.
	- Revisar que la longitud del acero sea 9 m.
	- Revisar que las varillas no estén más oxidadas que lo permitido.
	- Revisar que el grosor de las varillas corresponda con el diámetro que se requiere.

2. EQUIPOS

Existe una gran variedad de equipos y maquinarias que nos sirven para ejecutar adecuadamente los procesos constructivos y así mejorar la calidad y la productividad de la obra. Los equipos mínimos e indispensables para la construcción de una casa son los siguientes:

2.1 LA MEZCLADORA

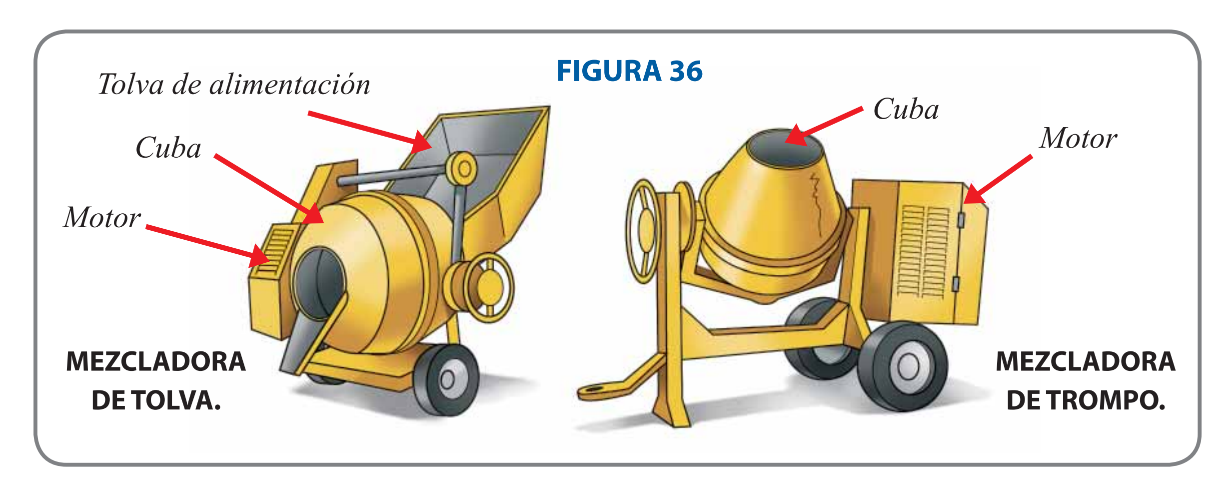
Tiene como función mezclar los componentes del concreto, tales como el cemento, la arena, la piedra y el agua. La ventaja de usar una mezcladora en vez de hacer el batido a mano, es que la mezcla de concreto queda uniforme y homogénea. Esto significa que todos los componentes del concreto tienen las mismas proporciones dentro de la mezcla lo que, junto a otros factores bien controlados, garantiza su resistencia (f'c).

El tiempo de mezclado, que se inicia desde que todos los elementos han ingresado a la mezcladora, depende del tipo de equipo empleado, pero en ningún caso debe ser menor a dos minutos.

Hay dos tipos de mezcladora: **la de tolva**, que permite alimentar la piedra y la arena con buggies; y **la de trompo**, en la que los componentes ingresan a la mezcladora levantándolos a la altura de la boca de entrada. Por esta razón, la producción de concreto con esta máquina se vuelve más lenta (ver figura 36).

Las mezcladoras son también de diferentes tamaños, siendo las más comunes las de 7, 9, 12 y 14 pies cúbicos de capacidad.

FIGURA 36



Consideraciones

- Si se usan las proporciones típicas con una mezcladora de 7 ó 9 pies cúbicos, se puede producir normalmente una tanda limitada a una bolsa de cemento. Sin embargo, con una de 14 pies cúbicos, la capacidad de producción por tanda se puede ajustar a dos bolsas.

- Antes de iniciar el funcionamiento de la mezcladora, es importante verificar que esté perfectamente nivelada. Esto evitará forzar el eje y que el equipo se dañe en el largo plazo.

- Apenas terminada la tarea de vaciado, debe limpiarse la cuba de la mezcladora con abundante agua. Esto evitará que se adhieran restos de concreto, lo que le quita espacio a la cuba, y la hace más pesada para su operación.

2.2 LA VIBRADORA

La vibradora tiene como función eliminar las burbujas de aire en la mezcla al momento de su colocación, reduciendo la cantidad de vacíos, logrando de esta forma, una mejor calidad de concreto por las siguientes razones:

- Densifica la masa de concreto por lo que se mejora su **resistencia a la compresión*.**

- Hace que el concreto tenga menos vacíos evitando el ingreso de sustancias que puedan corroer el acero de refuerzo.

- Aumenta la **adherencia** del concreto al acero de refuerzo y mejora su resistencia.

- Mejora la estética de la superficie en los concretos caravistas.

Existen vibradoras eléctricas y gasolineras; también se ofrecen cabezas de sección cuadrada o circular (ver figura 37). El diámetro correcto de la herramienta depende del espesor y de la profundidad a vaciar y vibrar.

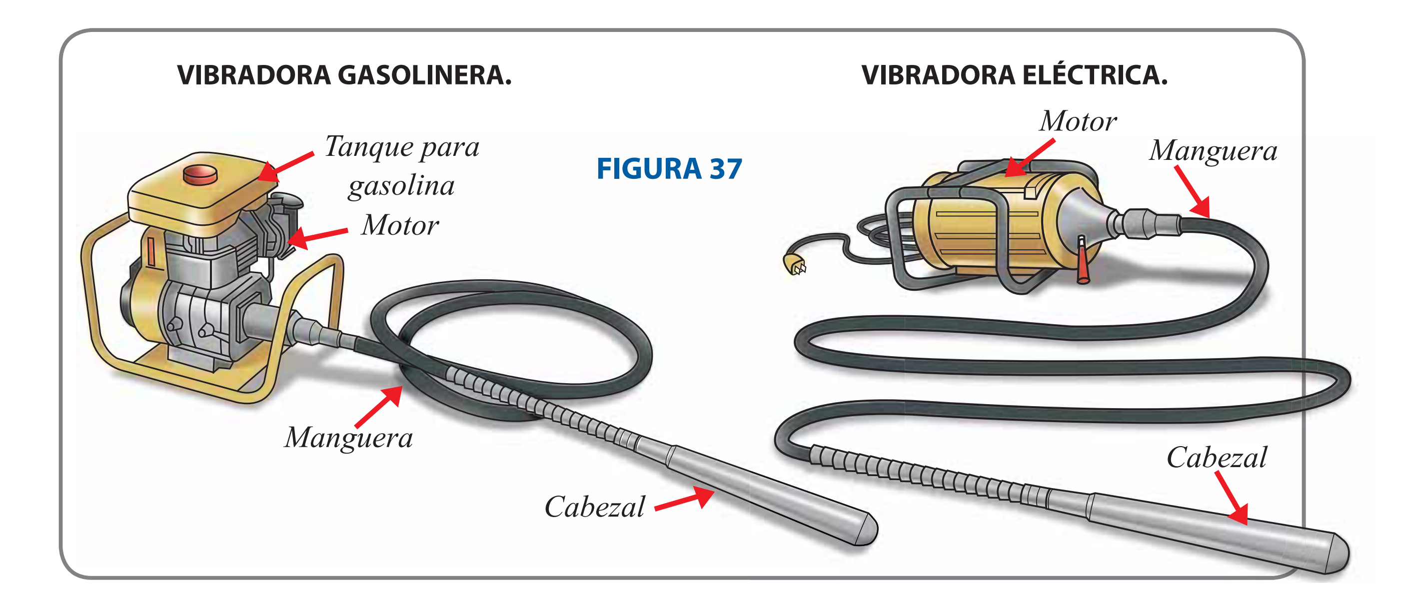


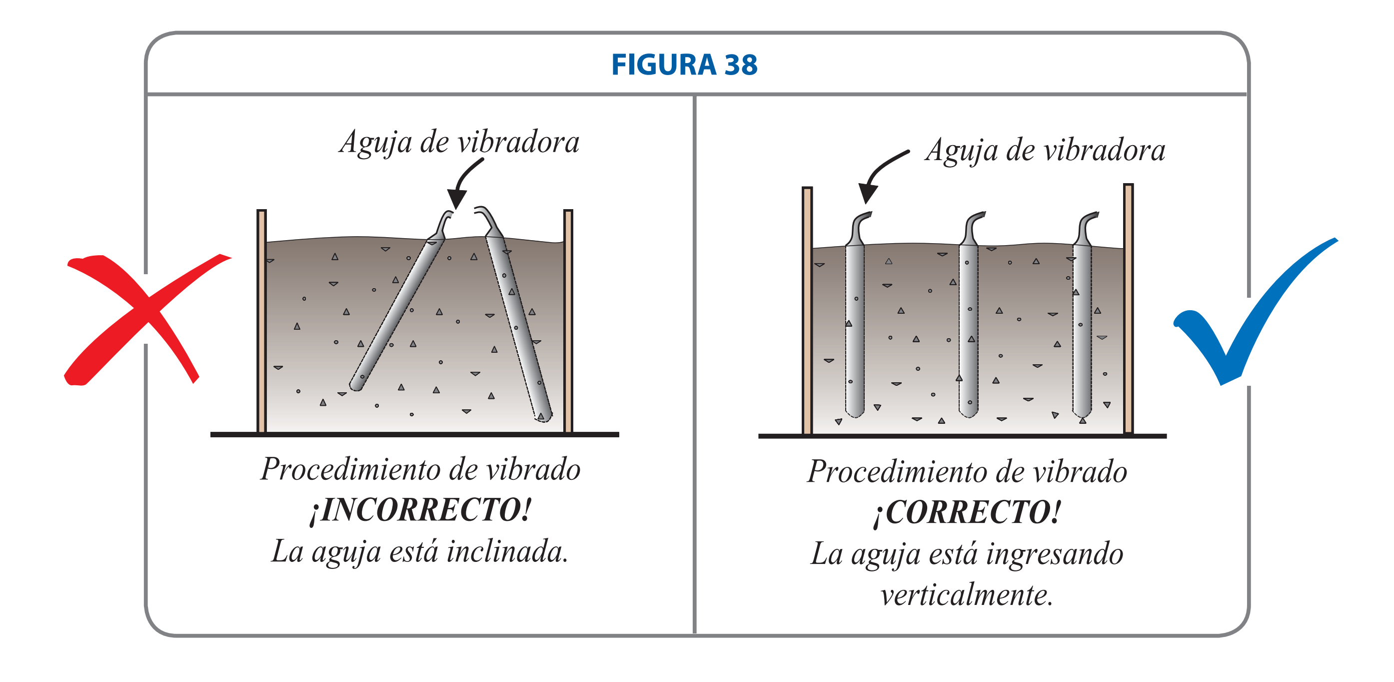
FIGURA 37

*(ver glosario)

Consideraciones:

- La vibradora debe penetrar verticalmente en la masa de concreto, ya que si se usa en forma inclinada, volverá a su posición vertical, arrastrando consigo la mezcla y generando segregación (ver figura 38).
- Al vaciar el concreto por capas, el vibrador debe penetrar la capa vaciada y continuar unos 10 cm más de la capa anterior.
- El vibrado debe terminar cuando ya no aparezcan burbujas de aire en la superficie del concreto.
- Hay que tener en cuenta que un excesivo tiempo de vibrado puede hacer que la piedra se separe del resto de la mezcla.

FIGURA 38



Procedimiento de vibrado **¡INCORRECTO!** *La aguja está inclinada.*

Procedimiento de vibrado **¡CORRECTO!** *La aguja está ingresando verticalmente.*

3. PROCEDIMIENTOS BÁSICOS

Para asegurar que los procedimientos constructivos se estén haciendo correctamente, es necesario entender y aprender algunas operaciones básicas que se describen a continuación.

3.1 MARCAR NIVELES

Es una operación que consiste en marcar una altura de referencia, generalmente 1 m respecto al nivel de la vereda. Este procedimiento se realiza sobre muros, columnas o estacas, para lo cual se emplea una manguera transparente llena de agua, que funciona mediante el principio de vasos comunicantes. Según este principio, el agua siempre busca estabilizar su nivel, así podemos trasladar una misma altura a los lugares donde se necesite.

Antes de comenzar a marcar niveles, se debe verificar que en la manguera con agua no hayan quedado burbujas de aire atrapadas. Para lograrlo, se juntan ambos extremos de la manguera y se comprueba que el agua quede a la misma altura (ver figura 39). Posteriormente, se coloca un extremo de la manguera sobre la altura de referencia y el otro extremo en el lugar donde se necesite marcar el nuevo punto. Este punto recién se podrá marcar, cuando en el otro extremo el nivel del agua coincida con la altura de referencia, es decir, cuando el agua ya no se mueva (ver figura 40).

FIGURA 40 **PROCEDIMIENTO PARA MARCAR NIVELES.**

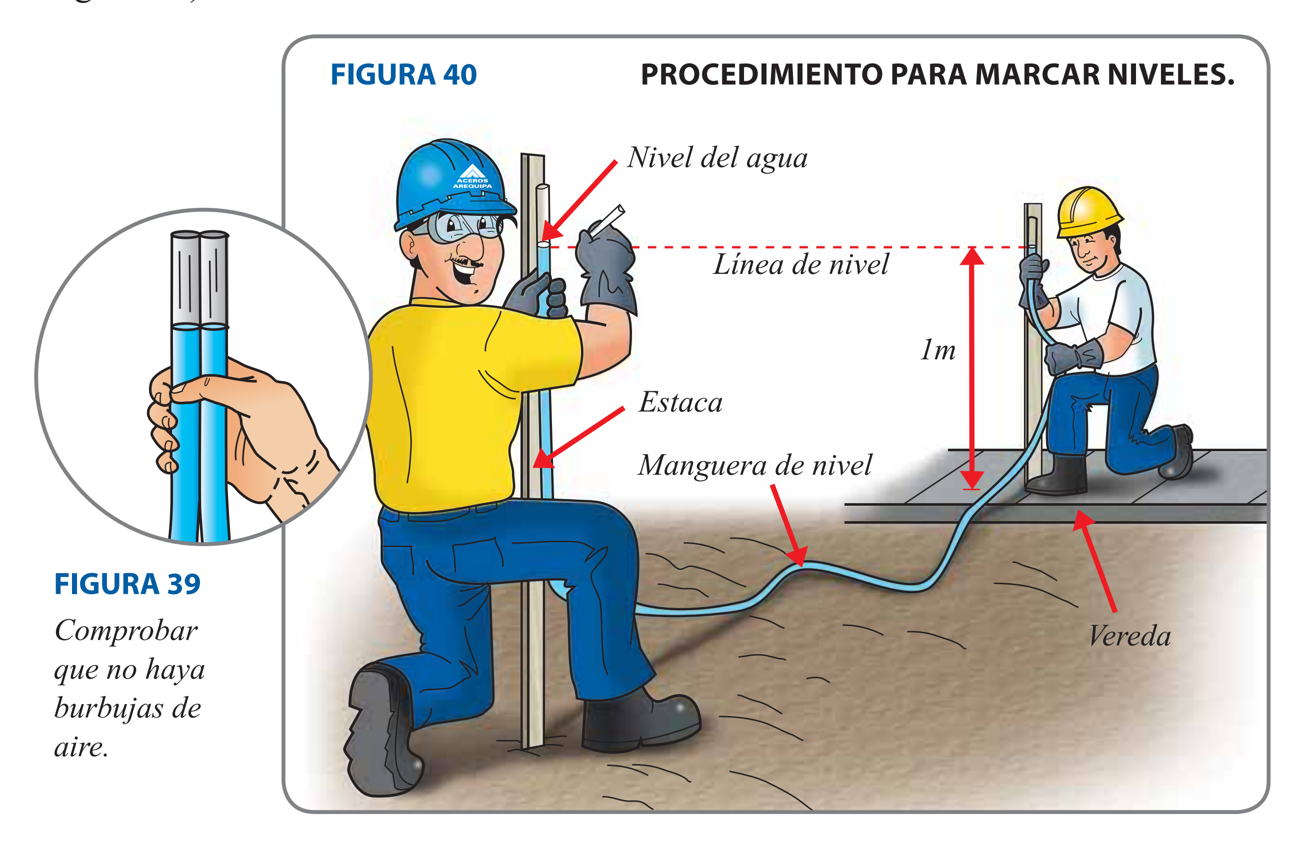


FIGURA 39
Comprobar que no haya burbujas de aire.

3.2 NIVELAR

Es una operación que sirve para colocar o verificar que un elemento o conjunto de elementos estén horizontales. Para esto, se usa el nivel de mano, en él se verifica que la burbuja de aire se encuentre exactamente centrada dentro de la marca (ver figura 41).

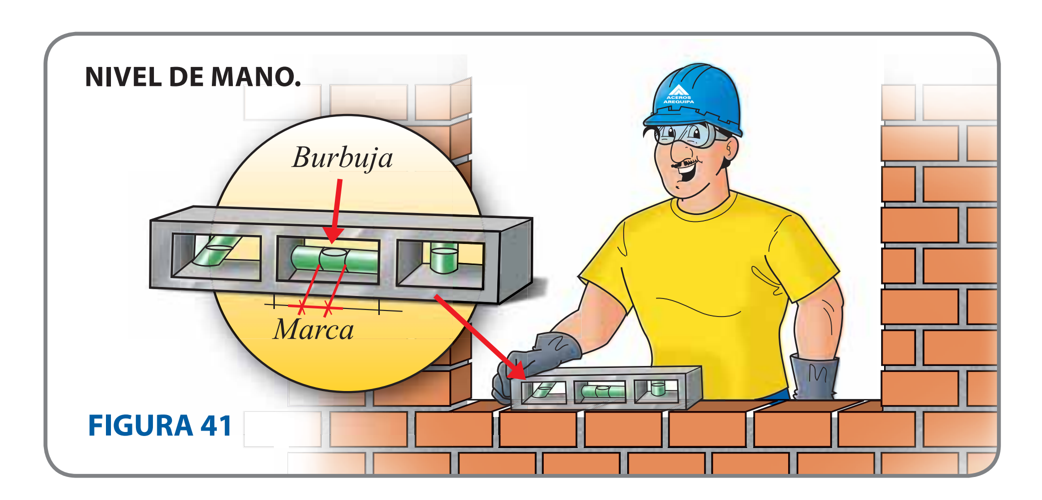


FIGURA 41

3.3 APLOMAR

Es una operación que sirve para colocar o verificar que un elemento o conjunto de elementos estén en posición vertical. Para esto, se hace uso de una plomada. Por ejemplo, podemos aplomar un muro de ladrillos, la colocación de las tablas del encofrado, una columna terminada, etc.

Para aplomar se puede usar el nivel de mano o la plomada. Para usar esta última, se coloca la parte superior de su corredera en el elemento que se quiere verificar y se deja caer la plomada unos centímetros antes del suelo. Después, se verifica que el borde lateral de la plomada no esté muy separado ni pegado contra el elemento (ver figura 42). Si no se cumple esto, quiere decir que el elemento se encuentra desaplomado. En este caso, si es posible, se deberá mover el elemento hasta aplomarlo (ver figura 43).

FIGURA 42

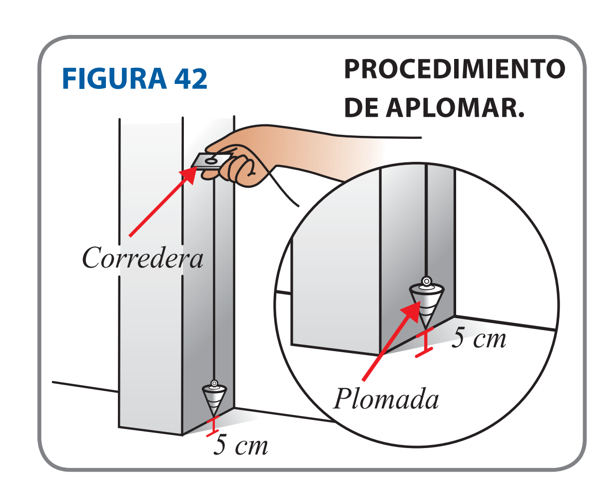
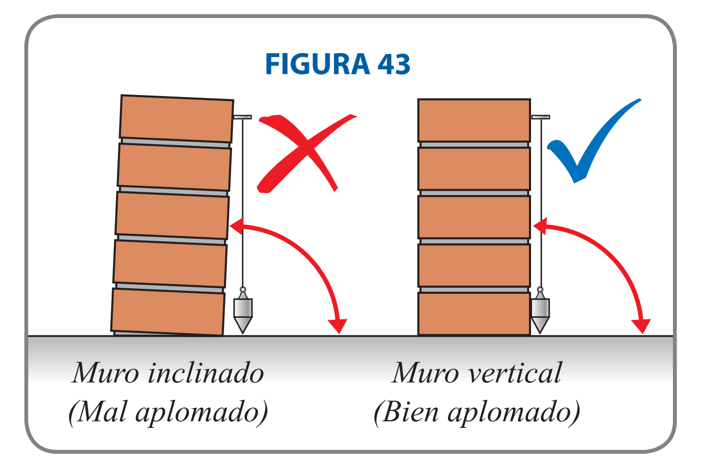


FIGURA 43

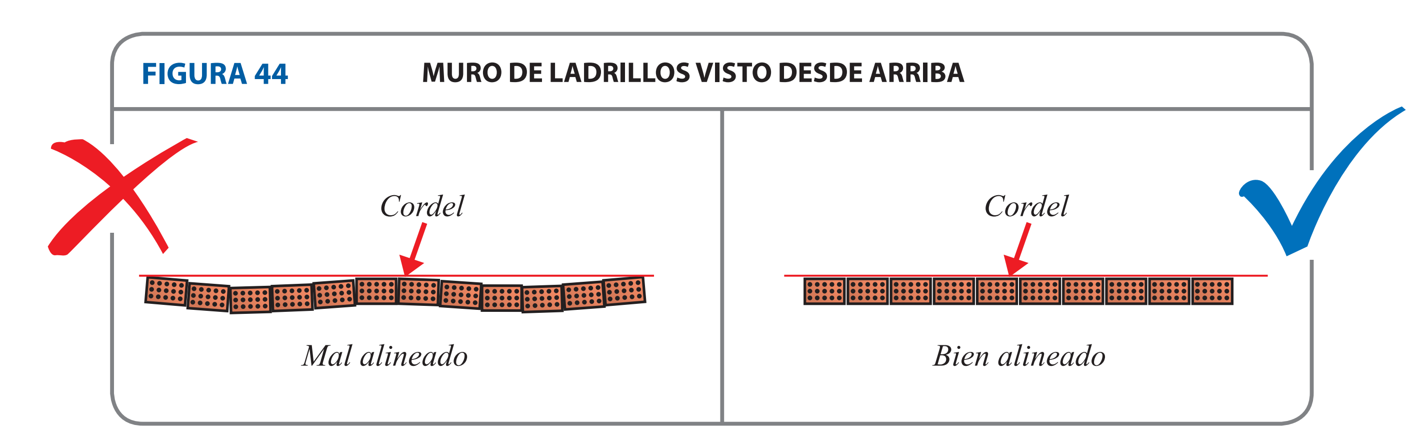


3.4 ALINEAR

Es una operación que consiste en colocar varios elementos en una misma dirección o en línea para lo cual usamos el cordel. Por ejemplo, podemos alinear una hilera de ladrillos, un grupo de paneles de encofrado, etc.

En el caso del asentado de ladrillos, el alineamiento se realiza con un cordel que es estirado y sujetado a las caras exteriores de unos ladrillos que se encuentran en los extremos del muro a asentar (ver figura 44).

FIGURA 44 MURO DE LADRILLOS VISTO DESDE ARRIBA

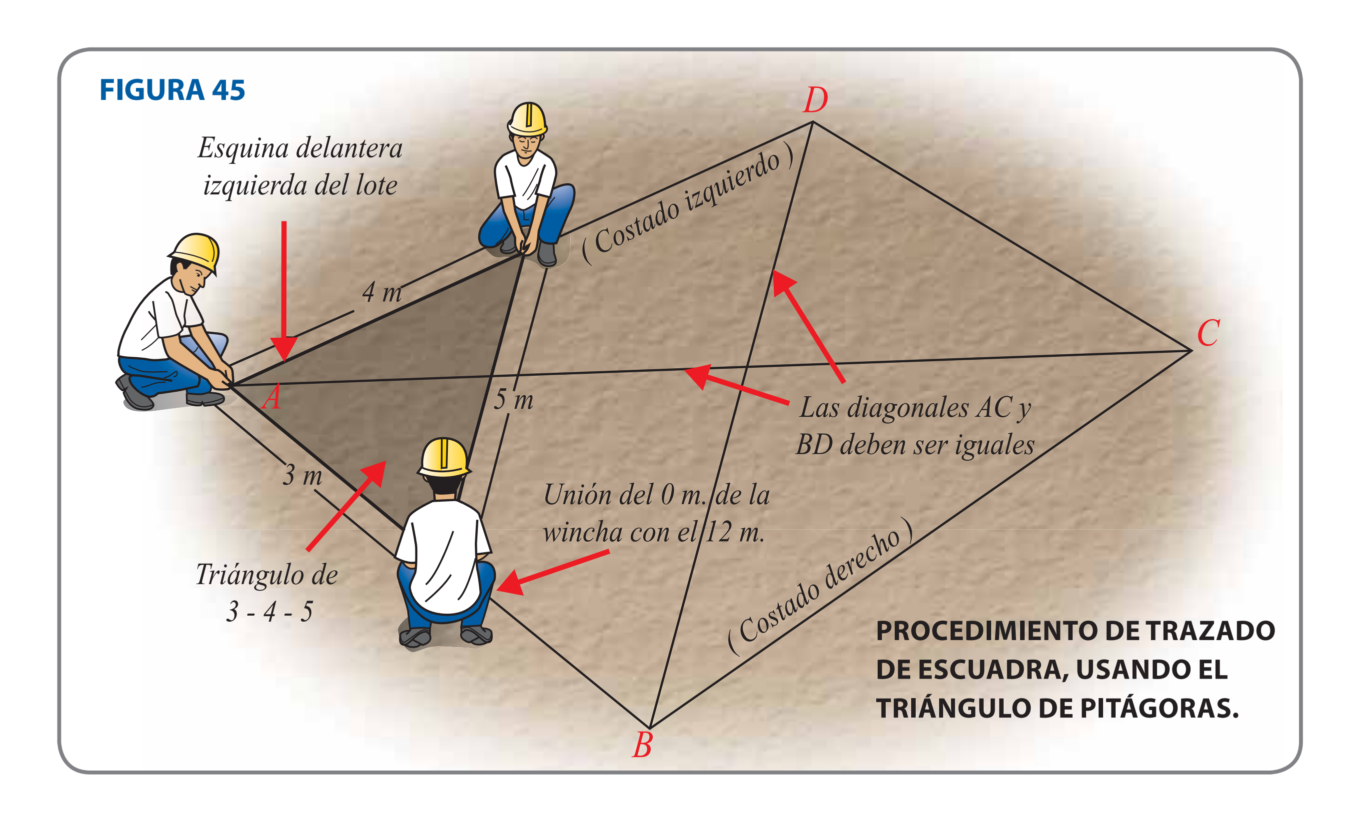


3.5 TRAZAR A ESCUADRA

Para asegurarnos que un trazado sea recto, se utiliza el “Triángulo de Pitágoras” llamado así en honor al matemático que demostró las propiedades de este tipo de triángulo, cuyos lados miden 3, 4 y 5 metros, formando una gran escuadra. Los lados que miden 3 y 4 hacen la escuadra de 90˚. En cada punto de este triángulo se colocará una estaca. Cuando se emplee una wincha, procederemos a estirarla hasta obtener 12 m., es decir, la suma de 3+4+5=12 m. Luego, uniremos el origen de la cinta (0 m.) con la marca en los 12 m y lo llevaremos al extremo donde se quiere trazar la escuadra. Después, jalaremos la cinta hasta marcar los 3 m y finalmente jalaremos la cinta hasta marcar los 7 m.

Para realizar este procedimiento es necesario contar con tres personas, para que cada una de ellas sujete la cinta en cada esquina del triángulo (ver figura 45).

Una forma de verificar si un lote rectangular ha sido bien trazado, es midiendo sus diagonales, las que deben tener la misma longitud. Si no fuera así, es porque hay algún error en las medidas. Por ejemplo, en el dibujo la longitud BD es igual a la longitud AC (ver figura 45).



3.6 DOSIFICAR MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

Las dosificaciones de mezclas de concreto son las cantidades de cemento y de otros materiales que se necesitan para obtener las resistencias indicadas en los planos de estructuras.

A continuación, se presenta un resumen de dosificaciones empleadas para las diferentes partes de una casa, ya explicadas en la sección 1.12.

PROPORCIONES PARA MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

TIPOS DE CONCRETO Y MORTERO	PARTES DE LA CASA	MATERIALES							f'c kg/cm²
		CEMENTO	ARENA GRUESA	PIEDRA CHANCADA	HORMIGÓN	ARENA FINA	PIEDRA DE ZANJA	PIEDRA CAJÓN	
CONCRETO SIMPLE	SOLADO	1 BOLSA			4 BUGGIES				80
	FALSO PISO	1 BOLSA			4 BUGGIES				80
	CONTRAPISO	1 BOLSA	1 1/2 BUGGIES						-
CONCRETO CICLÓPEO	ZANJA DE CIMENTACIÓN	1 BOLSA			3 1/3 BUGGIES		30%		100
	SOBRECIMIENTOS	1 BOLSA			2 1/2 BUGGIES			25%	100
CONCRETO ARMADO	COLUMNAS, MUROS DE CONTENCIÓN, TECHOS, VIGAS Y SOBRECIMIENTO ARMADO	1 BOLSA	1 BUGGY	1 BUGGY					175
MORTERO	ASENTADO DE LADRILLOS	1 BOLSA	1 1/2 BUGGIES						-
	TARRAJEO MUROS Y CIELORRASO	1 BOLSA				1 1/2 BUGGIES			-

3.7 APORTES DE MATERIALES

A continuación, se presenta la forma de calcular las cantidades de los principales materiales que se usarán en la construcción de la vivienda:

a. Cálculo de la cantidad de ladrillos para muros

Para calcular la cantidad de ladrillos que se necesitan por m^2 de muro, se puede emplear la siguiente fórmula:

$$CL = \frac{1}{(L + J_h)x(H + J_v)}$$

CL = *cantidad de ladrillos por* m^2
L = *longitud de ladrillo (m)*
Jh = *espesor junta horizontal (m)*
H = *altura del ladrillo (m)*
Jv = *espesor junta vertical (m)*

Las cantidades obtenidas no consideran desperdicio (rotura de ladrillos) por lo que se debe aumentar a esta cantidad obtenida un 5%.

Ejemplo:
Digamos que queremos construir un muro usando ladrillos King Kong de 24x13x9 cm con un espesor de junta horizontal y vertical de 1.5 cm.

A continuación, calcularemos la cantidad de ladrillos (CL) de estas dimensiones para un muro de soga.

Datos de entrada:
L = 0.24 m (si fuera de cabeza sería 0.13 m)
Jh = 0.015m
H = 0.09 m
Jv = 0.015m

Cálculo:

$$CL = \frac{1}{(0.24+0.015)x(0.0090+0.015)} = 38 \text{ unidades por } m^2 \text{ de muro (sin desperdicio)}$$

Resultado:
CL = 40 unidades por m^2 de muro (considerando 5% de desperdicio).

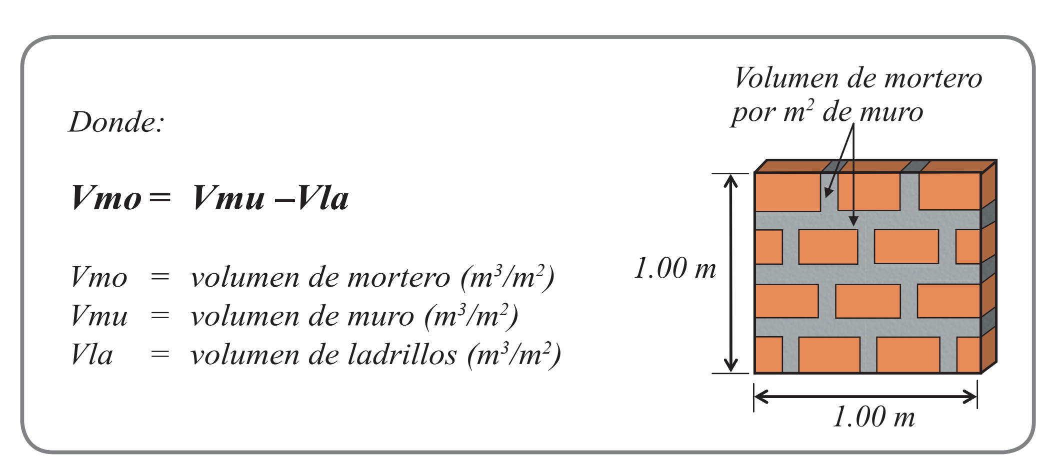
En el siguiente cuadro, se muestra un resumen con las cantidades de ladrillo por m^2 de muro:

PROPORCIONES PARA MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

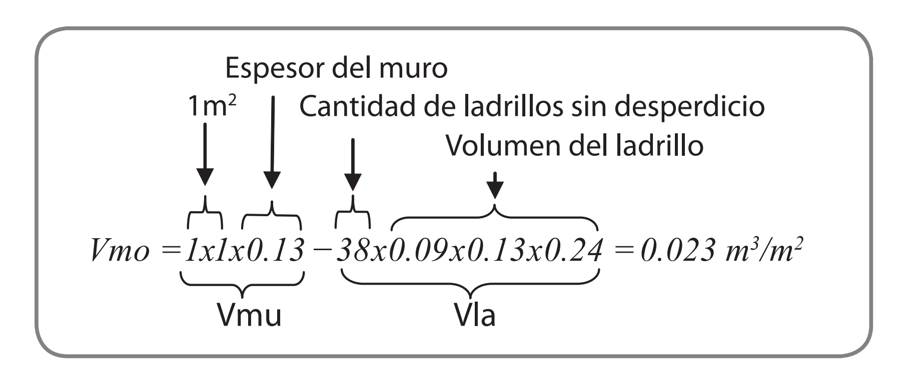
TIPO DE LADRILLO	DIMENSIONES (cm)	ESPESOR JUNTA (cm)	CANTIDAD		CANTIDAD (5% DESPERDICIO)	
			CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA
King kong	9x13x24	1	72	40	76	42
King kong	9x13x24	1.5	66	38	69	40
Pandereta	9x12x24	1	77	40	81	42
Pandereta	9x12x24	1.5	71	38	75	40

b. Cálculo de la cantidad de mortero, de cemento y de arena gruesa por m^2 de muro

Para calcular la cantidad de mortero que entra por m^2 de muro, se debe usar la siguiente fórmula:



Por ejemplo, si se quiere calcular la cantidad de mortero que se empleará en el asentado de soga de ladrillo king kong (9x13x24) por m^2 de muro con 1.5 cm. de junta horizontal y vertical, se tendrá lo siguiente:



Con esta fórmula obtenemos la cantidad de m^3 de mortero por cada m^2 de muro, pero como adicionalmente se sabe que 1m^3 de mortero de proporción 1:5 consume 7.5

bolsas de cemento y 1.05 m^3 de arena gruesa, entonces por simple multiplicación, podremos conocer la cantidad de cemento y arena por m^2 de muro.

La siguiente tabla muestra la cantidad de mortero, cemento y arena gruesa para un m^2 de muro con los ladrillos comúnmente usados:

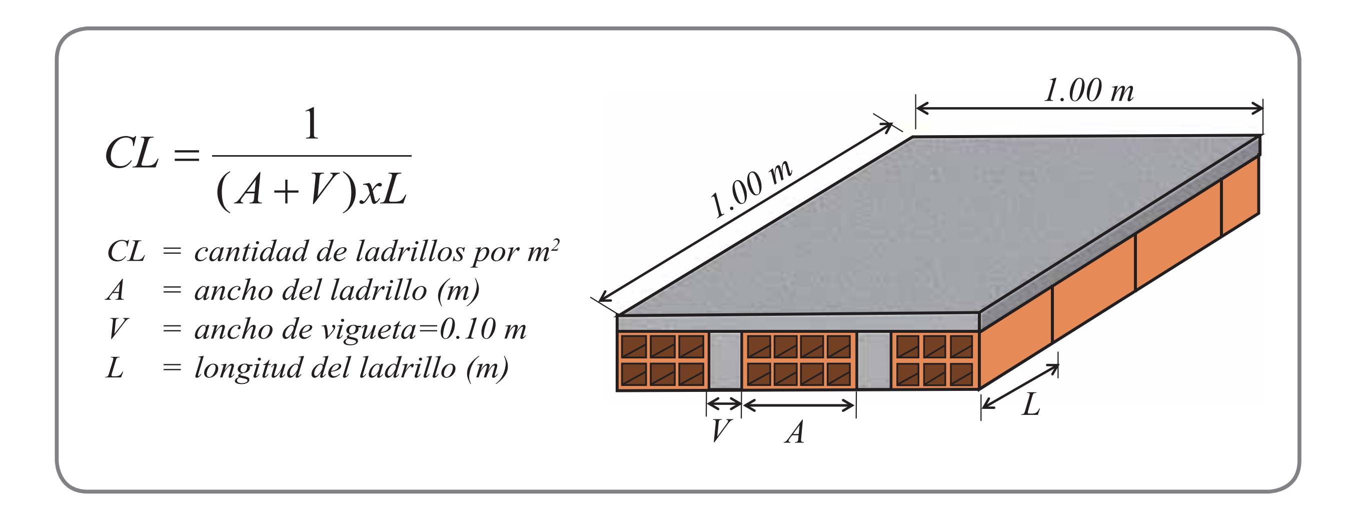
CANTIDAD DE MORTERO, CEMENTO Y ARENA GRUESA POR m^2 DE MURO

TIPO DE LADRILLO	DIMENSIONES (cm)	ESPESOR JUNTA (cm)	CANTIDAD MORTERO (m^3/m^2)		CEMENTO BOLSAS/m^2		ARENA GRUESA m^3/m^2	
			CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA	CABEZA	SOGA
King Kong	9x13x24	1	0.038	0.018	0.3	0.1	0.04	0.02
King Kong	9x13x24	1.5	0.055	0.023	0.4	0.2	0.06	0.02
Pandereta	9x12x24	1	0.040	0.016	0.3	0.1	0.04	0.02
Pandereta	9x12x24	1.5	0.056	0.022	0.4	0.2	0.06	0.02

El desperdicio de mortero en muros con ladrillos huecos es muy alto, pudiendo ser más del doble de las cantidades calculadas, debido a que el mortero ingresa en los huecos de los ladrillos.

c. Cálculo de la cantidad de ladrillos para techo

Para calcular la cantidad de ladrillos que entran en un m^2 de techo, se debe emplear la siguiente fórmula:



Las cantidades obtenidas no consideran desperdicio (rotura de ladrillos) por lo que se debe aumentar a la cantidad un 5%. Por ejemplo, si se quiere calcular la cantidad de ladrillos (15x30x30 cm) que entra por metro cuadrado de techo, se tendrá lo siguiente:

Datos de entrada: $A = 0.30\ m$
$V = 0.10\ m$
$L = 0.30\ m$

Cálculo:

$$CL = \frac{1}{(0.30 + 0.10)x0.30} = 8.3 \text{ unidades por m}^2 \text{ de techo (sin desperdicio)}$$

CL = 8.7 unidades por m² de techo (considerando 5% de desperdicio)

A continuación se presenta una tabla con las cantidades calculadas para diferentes tipos de ladrillos de techo:

CANTIDAD DE LADRILLO POR m² DE TECHO

DIMENSIONES (cm)	CANTIDAD (und/m²)	CANTIDAD (5% DESPERDICIO)
12, 15 ó 20x30x30	8.3	8.7

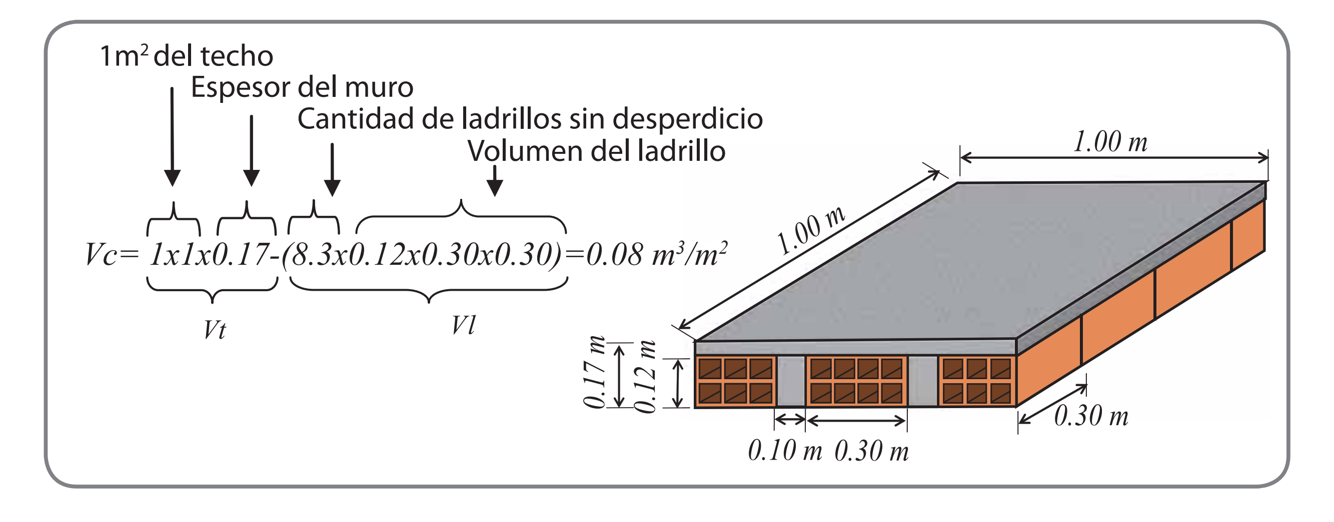
d. Cálculo del volumen de concreto, cemento, arena y piedra por m² de techo

Para calcular la cantidad de mortero que entra por m² de muro se debe usar la siguiente fórmula:

Vco = Vte - Vla

Vco = Volumen de concreto (m³/m²)
Vte = Volumen de techo (m³/m²)
Vla = Volumen de los ladrillos (m³/m²)

Por ejemplo, para calcular la cantidad de concreto para una losa aligerada de 17 cm. usando un ladrillo de 12x30x30, se tendrá lo siguiente:



Conociendo este volumen de concreto y sabiendo que por cada m³ de concreto de f'c=175 kg/cm² se consumen 8.5 bolsas de cemento, 0.60 m³ de arena gruesa y 0.60 m³ de piedra chancada, entonces por simple multiplicación podremos conocer la cantidad de cemento, arena gruesa y piedra chancada por m³.

La tabla muestra las cantidades de concreto calculadas para diferentes espesores de techo sin considerar un desperdicio del 5%:

PROPORCIONES PARA MEZCLAS DE CONCRETO Y MORTERO

ESPESOR DE TECHO (cm)	CANTIDAD CONCRETO(m^3/m^2)	CEMENTO bol/m^2	ARENA GRUESA m^3/m^2	PIEDRA CHANCADA m^3/m^2
17	0.080	0.7	0.05	0.05
20	0.087	0.7	0.05	0.05
25	0.100	0.9	0.06	0.06

3.8 TRABAJO EN ACERO

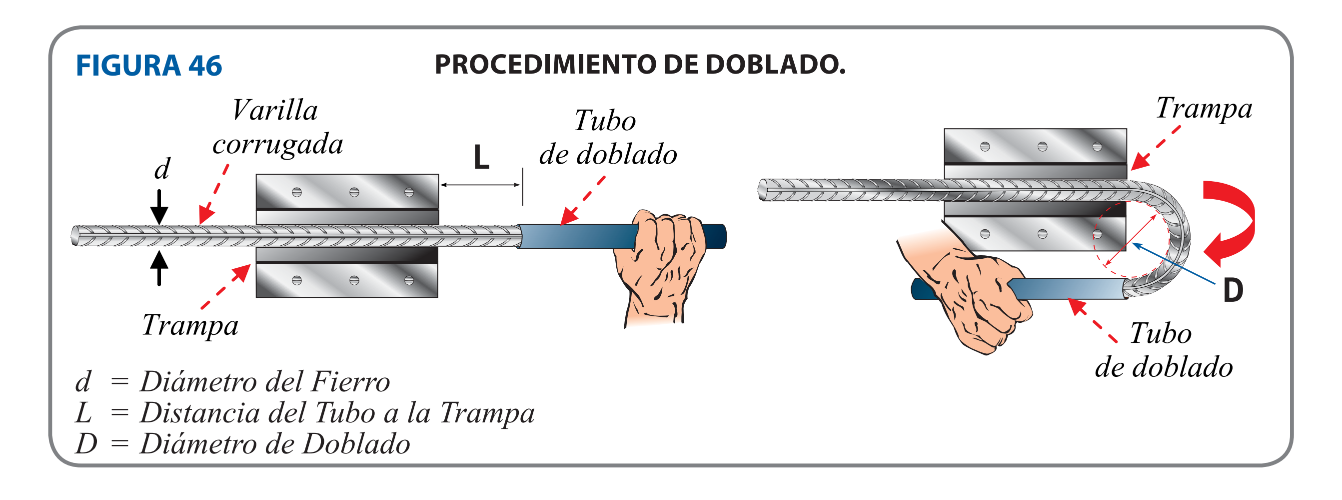
El Reglamento Nacional de Edificaciones, en las normas E-070 de Albañilería y E-060 de Concreto Armado, presenta una serie de requisitos mínimos que se deben respetar cuando se trabaje con el acero, para formar las armaduras de los diferentes elementos (columnas, vigas, etc.).

a. Doblado y Anclaje de Barras:

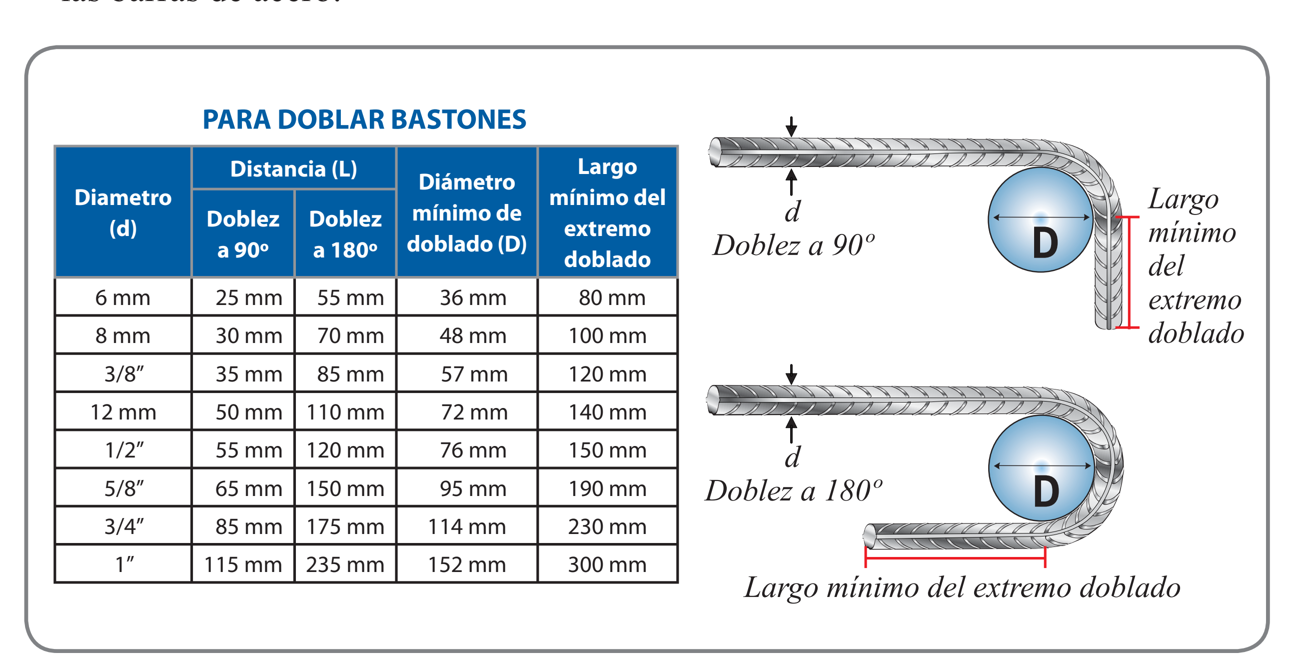
Cuando se dobla una varilla, se debe cumplir con un diámetro mínimo de doblado y con una longitud mínima del extremo doblado. El primero nos garantiza que se pueda doblar la barra sin fisuras, y el segundo, asegura un adecuado anclaje del refuerzo en el concreto.

En obra, generalmente se dobla el fierro con tubo y trampa, para lo cual se deben respetar ciertas distancias mínimas, es decir, las distancias del tubo a la trampa, que nos aseguren un adecuado procedimiento de doblado (ver figura 46).

FIGURA 46 **PROCEDIMIENTO DE DOBLADO.**



A continuación se presenta un resumen con las dimensiones mínimas para realizar el doblado, así como los diámetros y extremos mínimos de doblado que deben tener las barras de acero:



PARA DOBLAR BASTONES

Diametro (d)	Distancia (L)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Largo mínimo del extremo doblado
	Doblez a 90º	Doblez a 180º		
6 mm	25 mm	55 mm	36 mm	80 mm
8 mm	30 mm	70 mm	48 mm	100 mm
3/8″	35 mm	85 mm	57 mm	120 mm
12 mm	50 mm	110 mm	72 mm	140 mm
1/2″	55 mm	120 mm	76 mm	150 mm
5/8″	65 mm	150 mm	95 mm	190 mm
3/4″	85 mm	175 mm	114 mm	230 mm
1″	115 mm	235 mm	152 mm	300 mm

PARA HACER ESTRIBOS

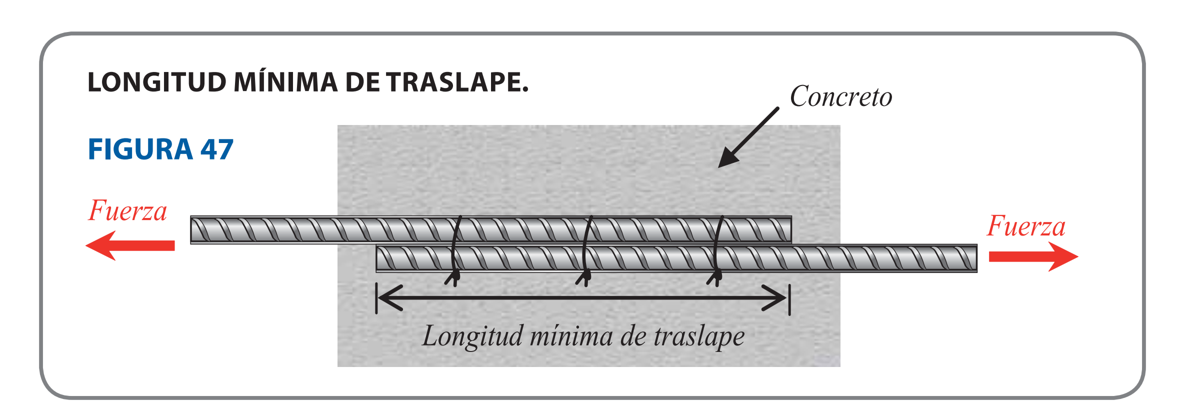
Diámetro (d)	Distancia (L)		Diámetro mínimo de doblado (D)	Largo mínimo del extremo doblado
	Doblez a 90º	Doblez a 135º		
6 mm	15 mm	25 mm	24 mm	60 mm
8 mm	20 mm	30 mm	32 mm	80 mm
3/8″	25 mm	40 mm	38 mm	90 mm
12 mm	30 mm	50 mm	48 mm	120 mm
1/2″	35 mm	55 mm	51 mm	150 mm
5/8″	45 mm	70 mm	64 mm	160 mm

Largo mínimo del extremo doblado
Doblez a 135º
Doblez a 90º

b. Empalmes mediante traslape

Los refuerzos que se colocan en las estructuras de concreto no son siempre continuos, muchas veces se tienen que unir las barras para alcanzar la longitud necesaria.

Cuando actúa una fuerza, el traslape de las barras resistirá debido a que toda su longitud está embebida en concreto, es decir hay **adherencia** entre ambos materiales. Es necesaria una longitud mínima de traslape que asegure que lo anterior se cumpla, y por lo tanto, la estructura pueda resistir la fuerza que se le aplique (ver figura 47).



LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE.

FIGURA 47

La **longitud de empalme*** variará de acuerdo con el diámetro de la barra, de la ubicación del empalme, de la resistencia del concreto y del tipo de elemento (columna o viga). Estas longitudes son dimensiones mínimas que deben cumplirse, pudiendo ser mayores.

- **Longitud de empalme en columnas:**

Cuando se empalma una columna, lo ideal es hacerlo en los dos tercios centrales (empalme A). Sin embargo, a veces se empalman en la parte inferior de la columna (empalme B y C), lo que no es recomendable ya que debilita esa sección. En el caso que se hagan los empalmes B ó C, la **longitud de empalme** deberá aumentar.

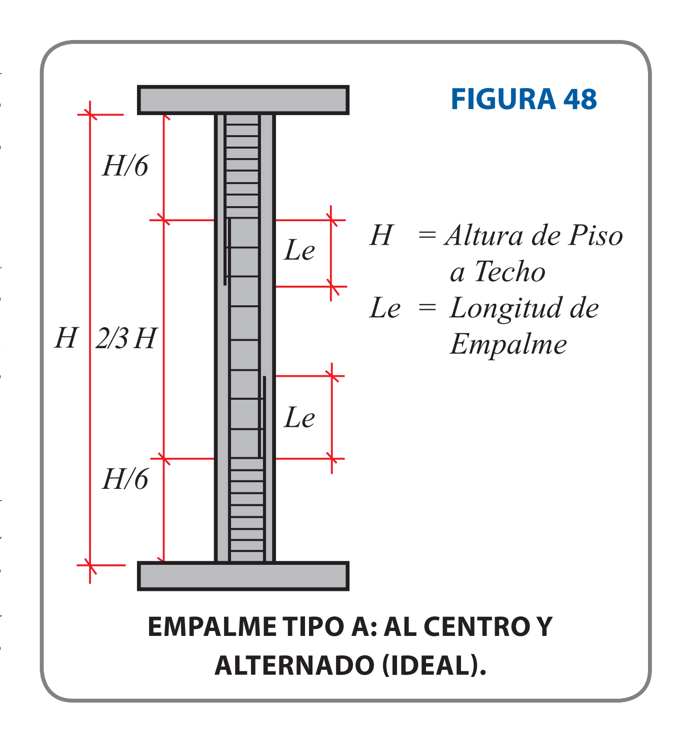
A continuación se detallan cada uno de estos casos:

Empalme A: Las barras se empalman en los dos tercios centrales de la columna y alternadas. Este caso es el más recomendable (ver figura 48).

Empalme B: Las barras se empalman alternadas en la parte inferior de la columna. Al realizar este tipo de empalme, se debe aumentar la longitud del empalme tipo A en 30% (ver figura 49).

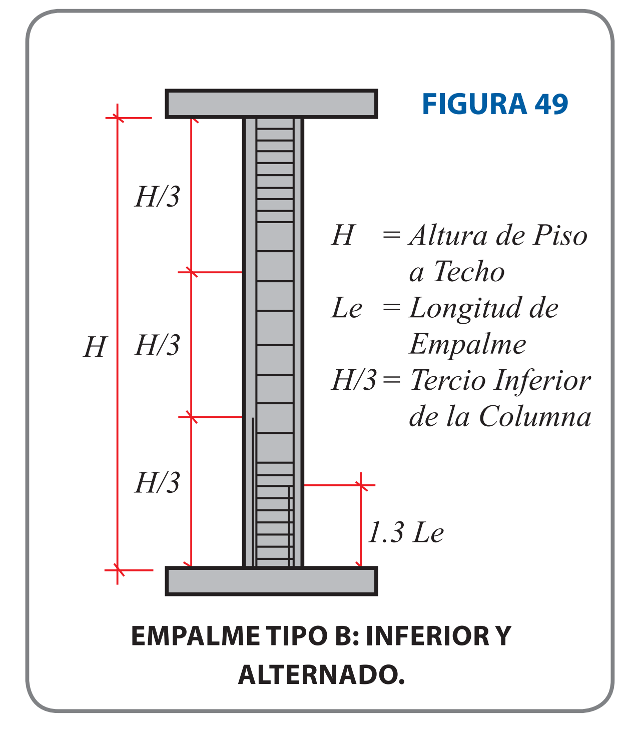
Empalme C: Las barras se empalman sin alternar en la parte inferior de la columna. Al realizar este tipo de empalme, se debe aumentar la longitud del empalme tipo A en 70% (ver figura 50).

FIGURA 48

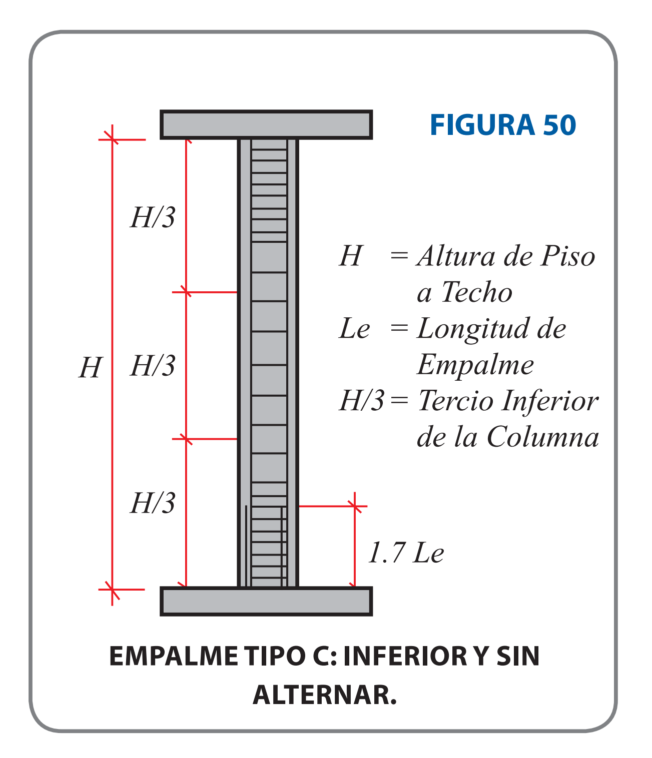


EMPALME TIPO A: AL CENTRO Y ALTERNADO (IDEAL).

*(ver glosario)



EMPALME TIPO B: INFERIOR Y ALTERNADO.

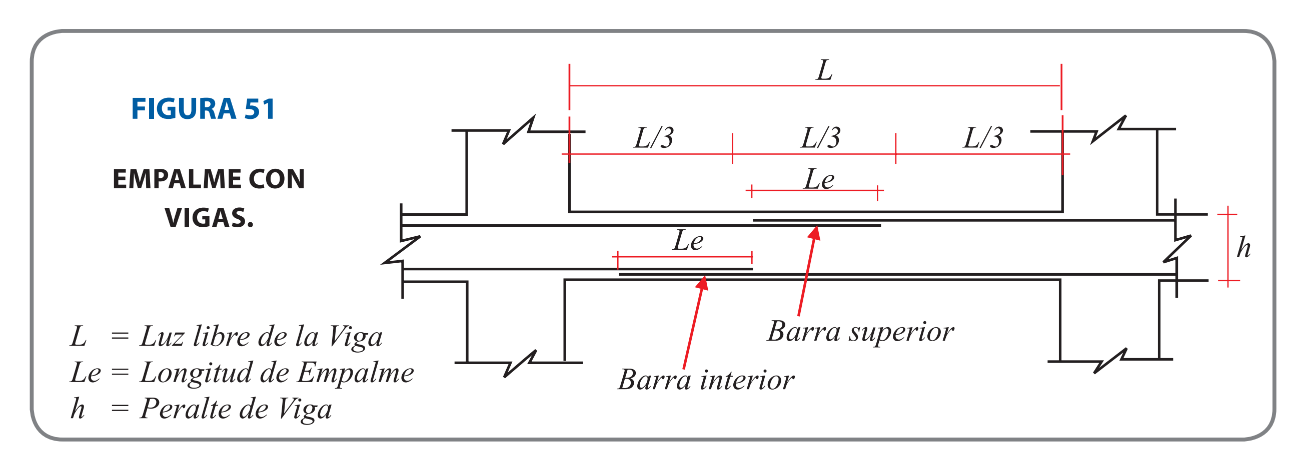


EMPALME TIPO C: INFERIOR Y SIN ALTERNAR.

Diámetro de Barra	COLUMNAS: Longitud de Empalme en Concreto f'c=175 kg/cm²		
	Traslape Tipo A	Traslape Tipo B	Traslape Tipo C
3/8"	30 cm	39 cm	51 cm
1/2"	32 cm	42 cm	54 cm
5/8"	40 cm	52 cm	68 cm
3/4"	54 cm	70 cm	92 cm
1"	97 cm	126 cm	165 cm

- **Longitud de empalme en vigas:**

  El acero superior debe empalmarse en el centro de la viga; y los inferiores, cerca de los extremos. En el caso de usar los empalmes tipo B ó C, se debe aumentar la longitud del empalme obtenida para el tipo A en un 30% y 70% respectivamente (ver figura 51).



Diámetro de Barra	VIGAS: Longitud de Empalme en Concreto f'c=175 kg/cm²					
	Tipo A (cm)		Tipo B (cm)		Tipo C (cm)	
	Barra Superior	Barra Inferior	Barra Superior	Barra Inferior	Barra Superior	Barra Inferior
3/8"	34 cm	30 cm	44 cm	39 cm	57 cm	51 cm
1/2"	45 cm	32 cm	59 cm	42 cm	76 cm	54 cm
5/8"	56 cm	40 cm	73 cm	52 cm	95 cm	68 cm
3/4"	76 cm	54 cm	99 cm	70 cm	129 cm	92 cm
1"	136 cm	97 cm	177 cm	126 cm	231 cm	165 cm

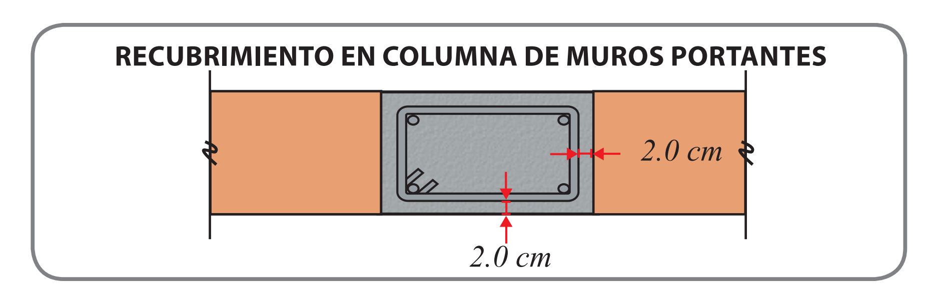
c. Recubrimiento

Es el concreto que separa al acero del medio externo y evita que entre en contacto con el agua, la humedad o el fuego. Es importante porque protege el acero.

Se debe tomar en cuenta que este recubrimiento se mide desde la cara exterior del **estribo***. A continuación, se presenta un cuadro resumen con los recubrimientos:

ELEMENTO ESTRUCTURAL	RECUBRIMIENTO MÍNIMO
Concreto vaciado contra el suelo o en contacto con el agua de mar (caso de cimientos o zapatas)	7 cm
Concreto en contacto con el suelo o expuesto al ambiente (caso de sobrecimiento o columnas) • Barras de 5/8" o menores • Barras de 3/4" o mayores	 4 cm 5 cm
Concreto no expuesto al ambiente ni en contacto con el suelo (vaciado con encofrado y/o solado) • Losa maciza o aligerado • Muros en general o de corte • Vigas y columnas peraltadas • Cáscaras y láminas plegadas • Vigas soleras • Columnas de muros portantes	 2 cm 2 cm 4 cm(*) 2 cm 2 cm 2 cm

(*) El recubrimiento para la vivienda construida con muros portantes de ladrillos



3.9 REVISIÓN DE PLANOS Y ESPECIFICACIONES

Antes de iniciar la obra, es de suma importancia revisar con detenimiento todos los planos consistentes en arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas, de tal manera que se conozca el proyecto en su totalidad.

*(ver glosario)

Asimismo, debemos revisar las especificaciones técnicas, las cuales nos indican las resistencias del concreto, los tipos de ladrillo a usar, el ancho de juntas en los muros y las dimensiones de las armaduras, tales como traslapes, recubrimientos mínimos, diámetros de doblado, etc.

Esto evitará futuros problemas durante la construcción, como la falta de prevención de empotramiento de tuberías tanto de luz como de agua, algunos detalles de arquitectura que no han sido incluidos en las estructuras o viceversa, etc. Todos estos problemas generan retrasos, trabajos mal hechos, desperdicios, mala calidad y mayor costo de la vivienda.

4. NIVELACIÓN DE TERRENOS EN LADERA

4.1 COLOCACIÓN DE NIVELES

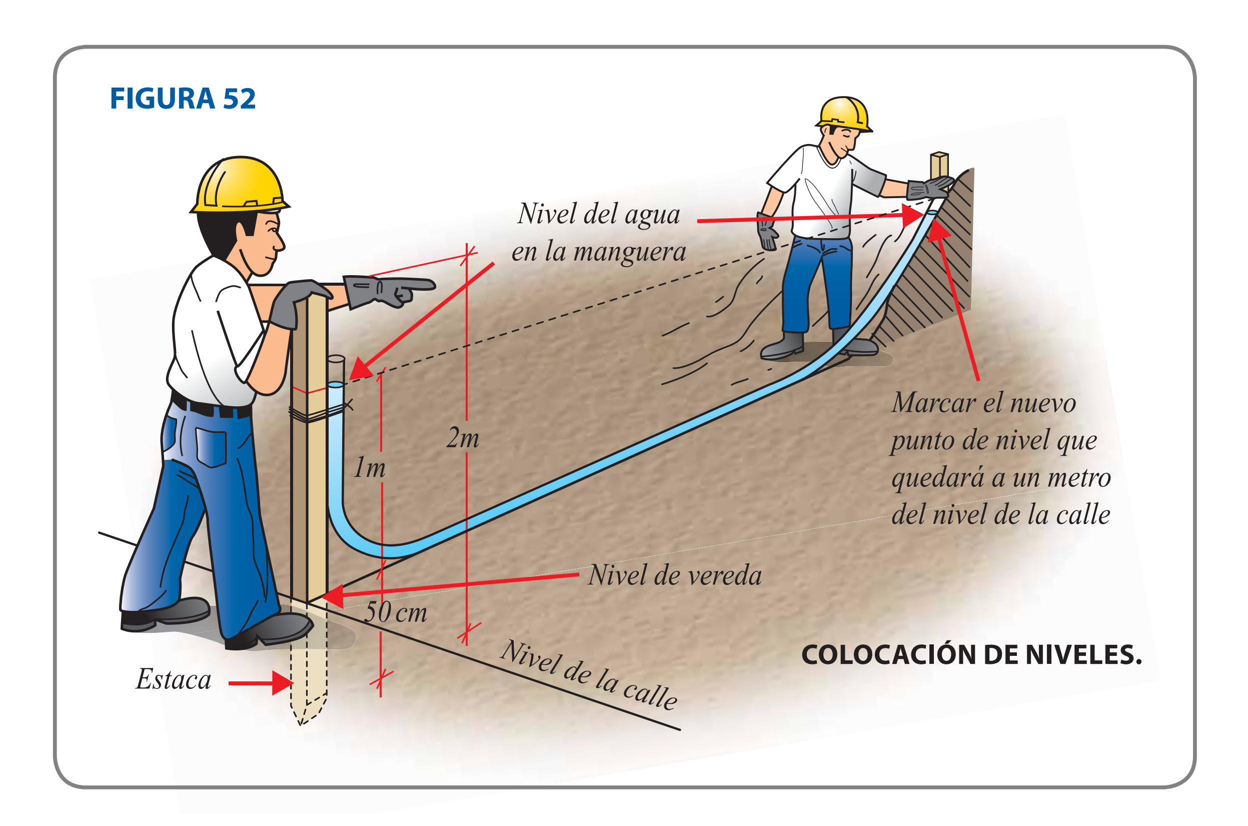
Para realizar la nivelación del lote, requeriremos de una manguera transparente de 1/2" de diámetro y no más de 10 m de longitud.

La manguera se llena con agua, evitando la presencia de burbujas en el interior. Esta operación puede desarrollarse con la ayuda de un balde o de un cilindro.

Para iniciar la nivelación, se colocan estacas en las esquinas y a lo largo de los linderos del terreno. Éstas deben enterrarse a una profundidad suficiente para que tengan una buena estabilidad, verificando además con una plomada, que se mantengan en posición vertical.

Con una de las estacas ubicadas al frente del terreno, se mide 1 m desde el nivel de la vereda y se marca. Luego, estiramos la manguera hasta alcanzar la segunda estaca, y valiéndonos del nivel de agua dentro de la manguera, trasladamos dicho nivel a esta segunda estaca. Para ello es importante esperar a que el nivel de agua se haya estabilizado (ver figura 52).

FIGURA 52

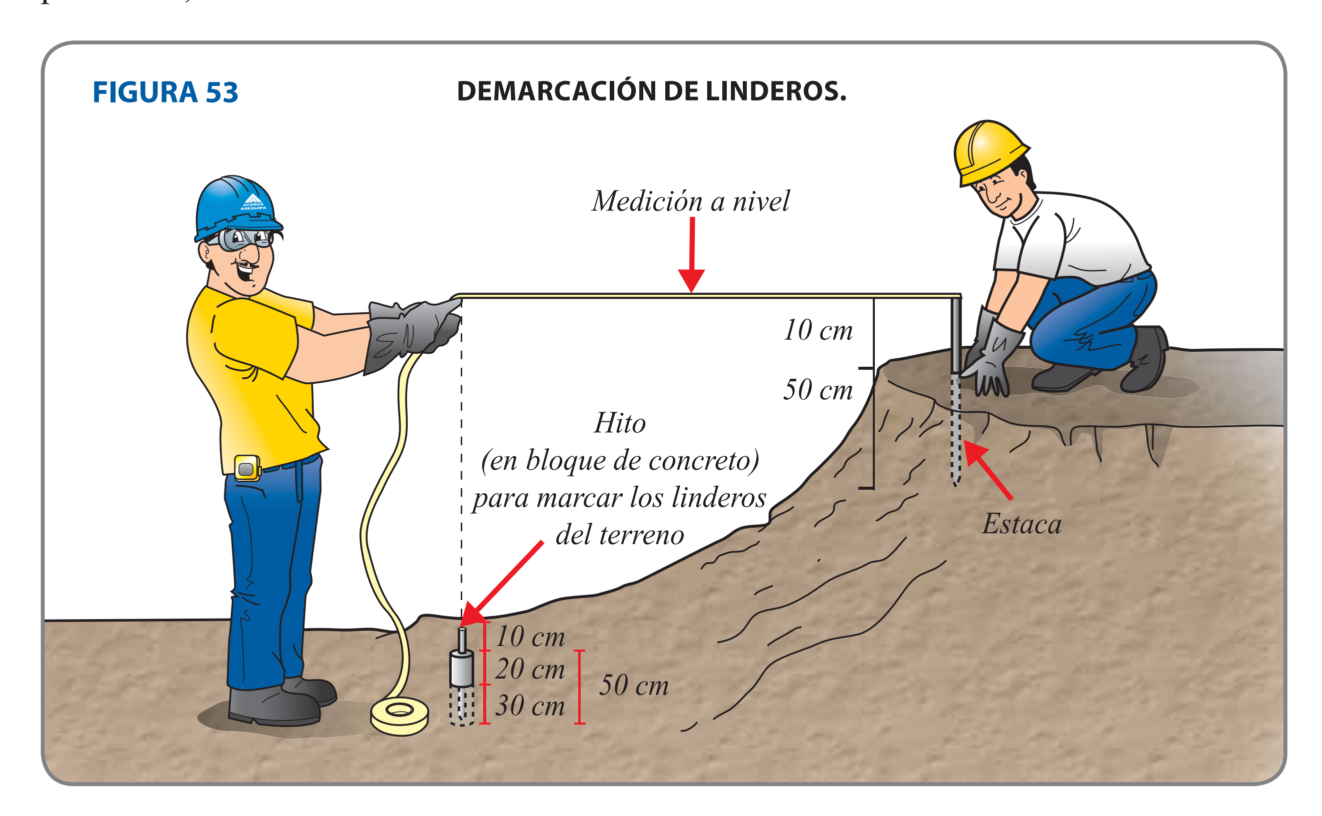


COLOCACIÓN DE NIVELES.

Este proceso lo podemos desarrollar con las otras estacas en tramos de 10 a 20 m y la cantidad de veces que se necesite según la pendiente del terreno.

Utilizando las marcas en las estacas, ya podemos medir en forma horizontal y proceder a demarcar los linderos (ver figura 53). Si medimos en forma inclinada, siguiendo la pendiente, obtendremos medidas incorrectas.

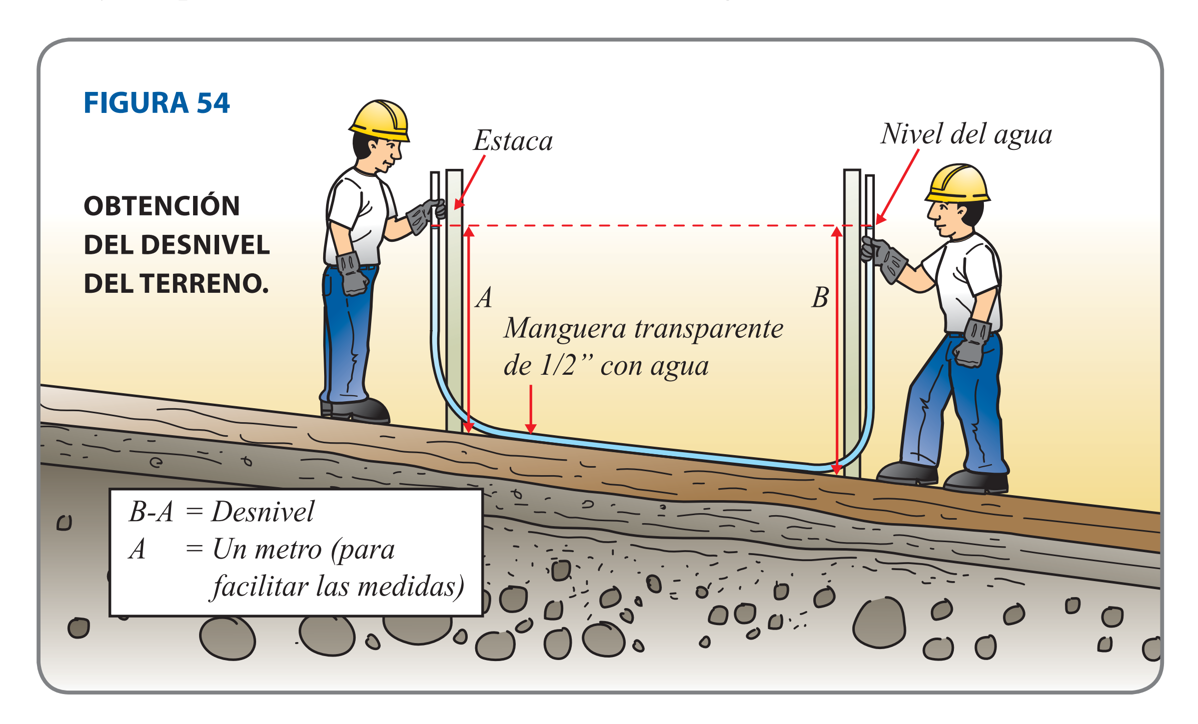
FIGURA 53 DEMARCACIÓN DE LINDEROS.



Si queremos calcular el desnivel del terreno, medimos la diferencia de alturas entre estacas y simplemente realizamos una resta (ver figura 54).

FIGURA 54

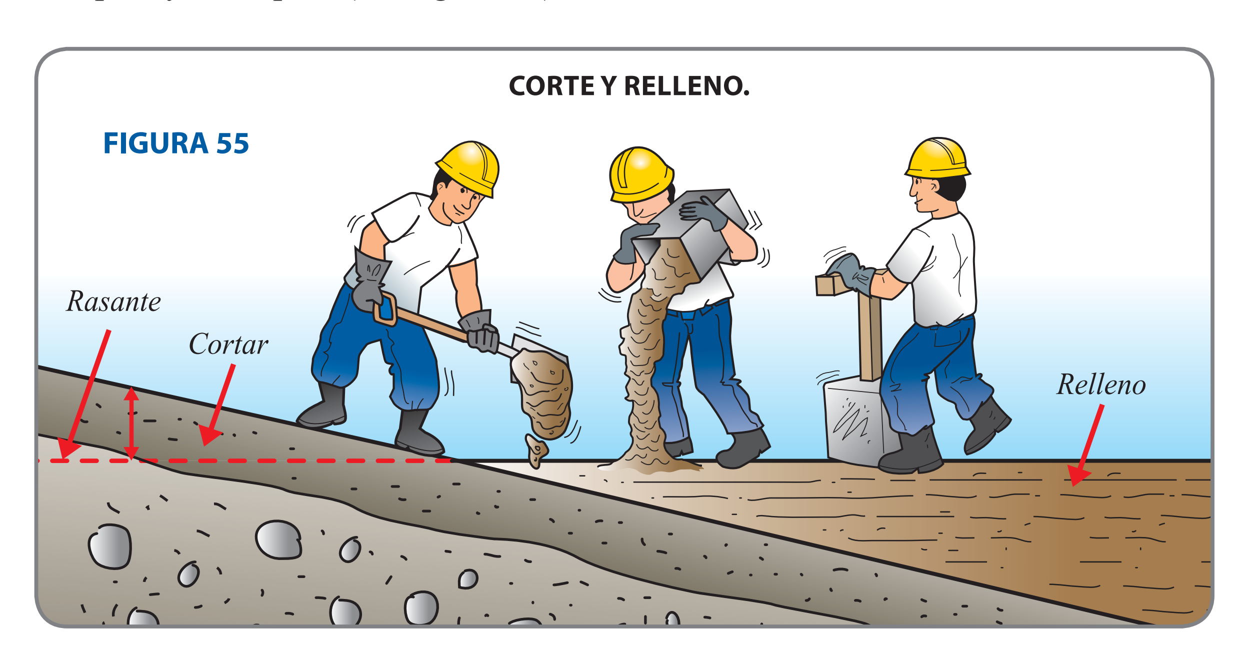
OBTENCIÓN DEL DESNIVEL DEL TERRENO.



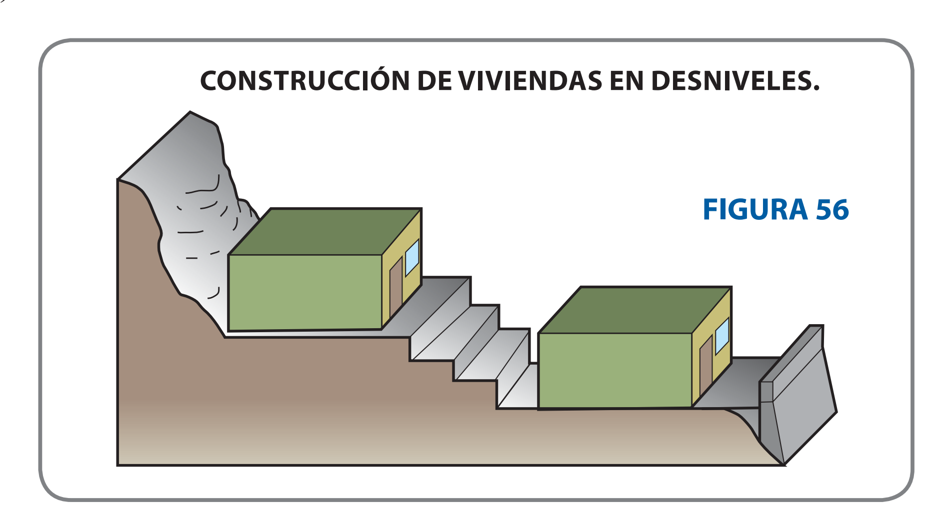
4.2 CORTE Y RELLENO

Es necesario definir el nivel del piso terminado de la vivienda, de manera que se pueda compensar el material de corte con el de relleno, sin necesidad de traer material adicional. Este nivel será la base para hacer la comparación con las profundidades de desagüe, accesos, acequias y otros y así la construcción pueda estar por encima de estos.

Para determinar el nivel de rasante del terreno, con el cual debemos compensar los cortes y rellenos al nivel de piso terminado, hay que quitarle los espesores del piso, contrapiso y falso piso (ver figura 55).



Si el terreno es de mucha pendiente, es mejor desarrollar la construcción en desniveles con gradas, acomodando la construcción a la pendiente natural del terreno (ver figura 56).



Los rellenos deberán hacerse humedeciendo previamente el suelo y compactándolo con un pisón. Esta compactación se hará en capas de no más de 15 cm cada una. Si el terreno no está bien compactado, se hundirá y perjudicará la construcción.

Es muy importante dejar en claro que estos rellenos solo deben usarse para apoyar los falsos pisos y nunca para apoyar los cimientos, ya que éstos siempre tienen que descansar sobre suelo natural y firme.

5. MURO DE CONTENCIÓN DE TERRENOS EN LADERA

Cuando queremos aplanar una ladera, tenemos dos opciones: cortar el cerro, que es muy difícil porque hay que excavar en roca; o rellenar el talud, para lo cual requerimos construir un muro de contención.

Un muro de contención es una estructura que sirve para soportar los empujes de la tierra y evitar que el deslizamiento de ésta ponga en peligro las casas construidas sobre la ladera.

Los muros de contención pueden hacerse de concreto armado, de concreto ciclópeo o de piedra. El tipo de material a emplear y sus dimensiones dependen de las características de cada zona, por lo cual es importante que un ingeniero estructural esté a cargo de los diseños.

A continuación, se explica los pasos a seguir para construir un muro de contención de concreto armado.

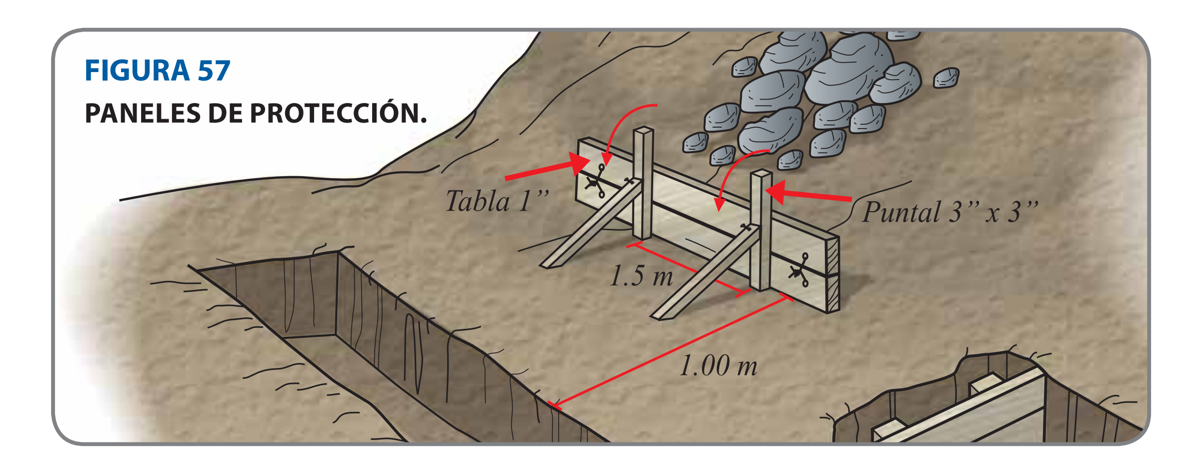
5.1 EXCAVACIÓN PARA EL CIMIENTO DEL MURO DE CONTENCIÓN

Una vez marcados los límites del lote, es conveniente proteger el lugar de trabajo, sobre todo donde se cavarán las zanjas.

Las excavaciones ubicadas en pendientes o en la parte inferior o a pie de taludes, no se deben realizar sin contar con un cerco de paneles de protección suficientemente resistentes para contener los posibles derrumbes que se puedan producir (ver figura 57). Para asegurar este cerco de protección, hay que enterrar puntales de 3” x 3” x 2.50 m a una profundidad de 0.50 m distanciándolos 1.50 m uno del otro (ver figura 58).

Entre los puntales, se clavarán tablas de 1” de espesor que llegarán a cubrir una altura mínima de 1 m y tendrán como longitud todo el tramo de excavación, guardando una distancia hacia la zanja de por lo menos 1 m (ver figura 57).

FIGURA 57
PANELES DE PROTECCIÓN.



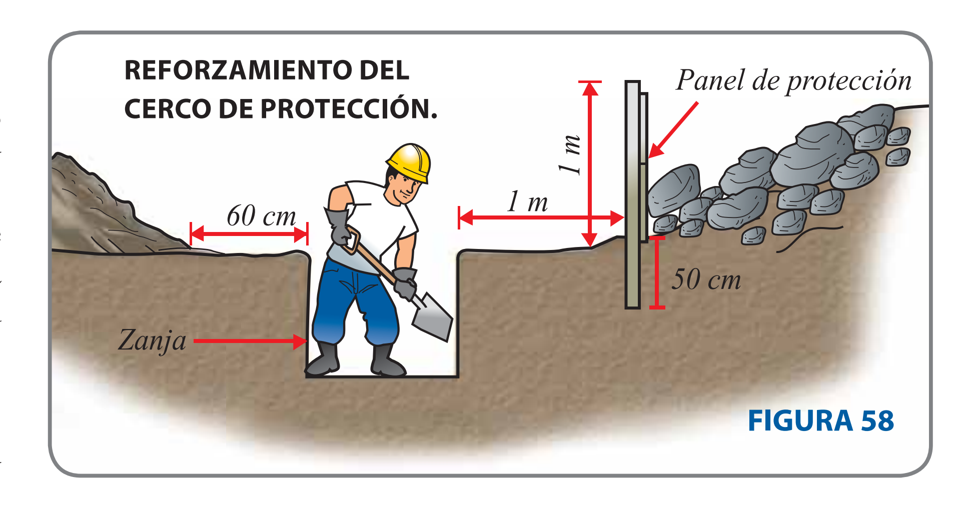


FIGURA 58

Las paredes de la excavación de la zanja deben ser, en lo posible, verticales y con el fondo plano. Si fuera necesario, se usará encofrado para lograr la verticalidad de la zanja.

El fondo de la zanja será humedecido y apisonado. Si presenta una fuerte inclinación, se nivelará, siendo conveniente vaciar un **solado*** de mezcla pobre. Esto nos permitirá hacer los trazos y apoyar convenientemente la armadura de acero del muro de contención. La profundidad de la zanja será como mínimo de 80 cm.

El material excavado de la zanja puede ser seleccionado para emplearse como material de relleno. El resto debe eliminarse y llevarse de preferencia a lugares autorizados.

Consideraciones:

- El cimiento debe estar asentado en terreno firme y su profundidad no deberá ser menor a 80 cm. No se debe cimentar sobre suelos con excesiva materia orgánica (residuos de plantas o animales), desmonte o relleno, porque no soportará el peso del muro de contención o el empuje del terreno.

5.2 ARMADURA DE ACERO PARA EL MURO DE CONTENCIÓN

Terminada la excavación de la zanja, se preparará la armadura de acero que hará resistente y sólido el muro de contención. Esta armadura debe ser colocada antes del vaciado del cimiento.

Para determinar el nivel base, se debe tener en cuenta los niveles de desagües, vías, aceras y otros, para que la construcción quede por encima de esos niveles.

Las varillas de acero no deben presentar fisuras. Las que ya se han doblado no deben enderezarse, por este motivo no es recomendable el uso de fierro obtenido de demoliciones.

Las varillas de refuerzo deben estar libres de óxido, de tierra, de aceites, de pintura, de grasa y de cualquier sustancia que pueda disminuir su **adherencia** al concreto.

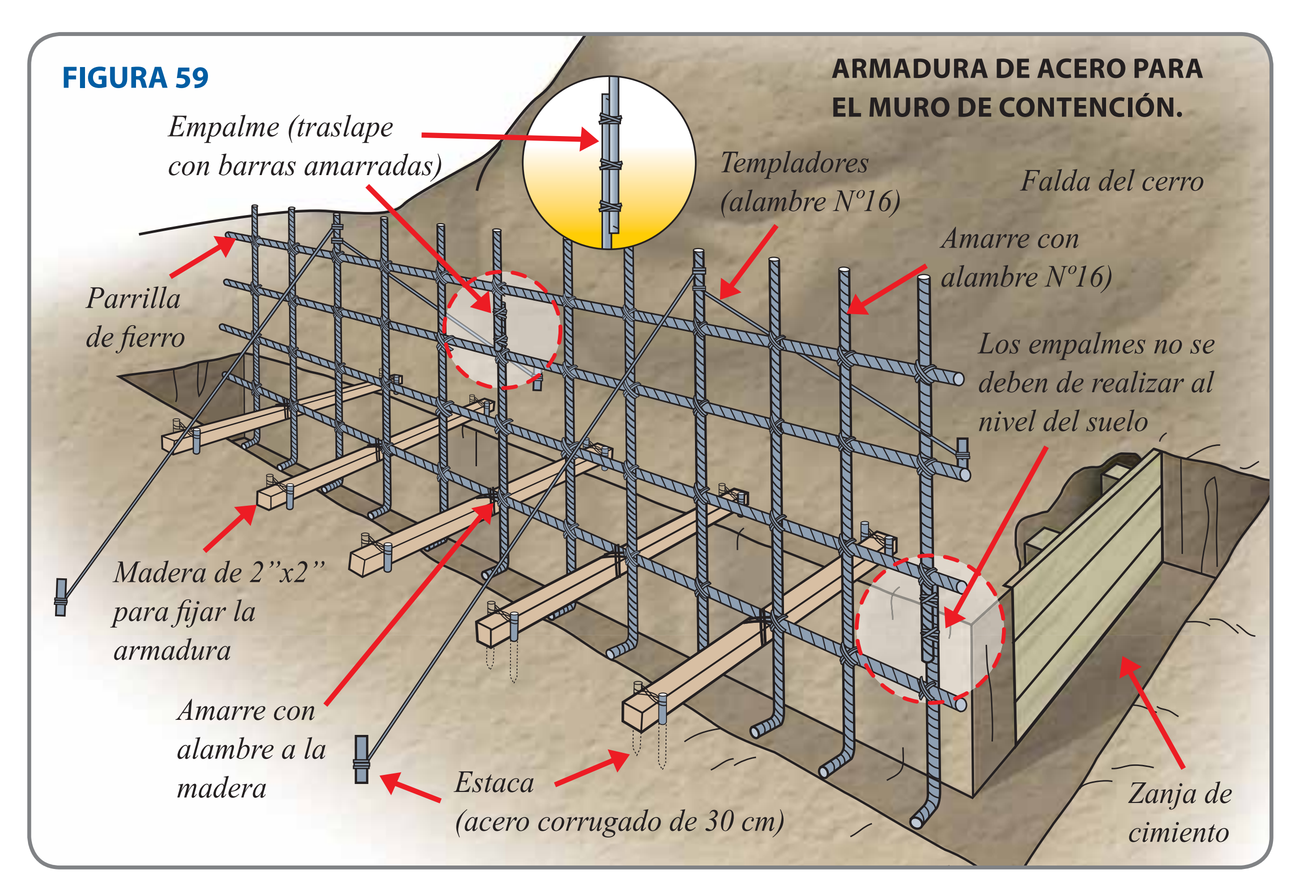
---

*(ver glosario)

Para confeccionar la armadura de acero de acuerdo a lo que se indican en los planos, se debe contar la cantidad de refuerzos horizontales y verticales, y considerar el largo de anclaje y de empalmes, si los hubiera.

Luego del corte de las varillas, procederemos al doblado y colocación de los refuerzos horizontales y verticales. Las longitudes de anclaje, así como las de empalme para los diferentes diámetros de las varillas, se especifican en los planos. Sin embargo, para mayor detalle, ver la sección 3.8 que trata sobre el trabajo en acero.

El acero de refuerzo debe colocarse en su posición final luego de ser armado fuera de las zanjas. Para impedir su movimiento al momento del vaciado del concreto, se utilizan listones de madera de 2” x 2”, así como templadores hechos con alambre N° 16, que van a ambos lados y se fijan a estacas. La armadura debe quedar bien fija, de manera que no se mueva al momento de vaciar la mezcla (ver figura 59).



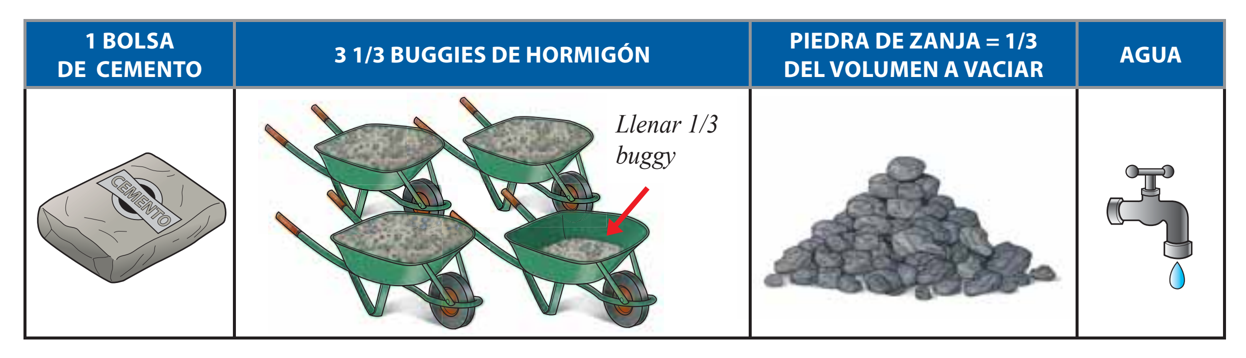
Consideraciones:

- El acero de refuerzo es vendido en barras de 9 m de longitud. Sin embargo, por pedidos especiales, se puede conseguir varillas de 12 m.
- El refuerzo del muro deberá colocarse sobre dados de concreto puestos en la zanja. Esto asegurará un recubrimiento adecuado para el acero.

5.3 VACIADO DEL CIMIENTO PARA EL MURO DE CONTENCIÓN

Para evitar que el terreno seco absorba el agua del concreto, la zanja debe ser humedecida antes del vaciado de la mezcla.

En los planos de estructuras, por lo general se indica que la resistencia (f’c) del concreto para cimiento debe ser de 100 kg/cm^2. Tal como se vio en la sección 1.12, que trata sobre el concreto, para llegar a esta resistencia se debe emplear una bolsa de cemento con 3 1/3 buggies de hormigón y se deberá incorporar una cantidad de piedra de zanja equivalente a la tercera parte del volumen a vaciar.



1 BOLSA DE CEMENTO	3 1/3 BUGGIES DE HORMIGÓN	PIEDRA DE ZANJA = 1/3 DEL VOLUMEN A VACIAR	AGUA
CEMENTO	Llenar 1/3 buggy		

El contenido de agua en la mezcla debe ser el mínimo necesario para lograr una masa pastosa y trabajable. El exceso de agua disminuye la resistencia.

Durante el vaciado del concreto, deberá vigilarse que las varillas de acero no se muevan, es decir, se conserven alineadas y en posición correcta.

Para el llenado del cimiento, primero debe vaciarse una capa de concreto, y luego, alternativamente, una capa de piedra y otra de concreto. Esto se hace para evitar que las piedras se monten o junten demasiado y formen vacíos entre ellas que puedan afectar la resistencia de la cimentación (ver figura 60).

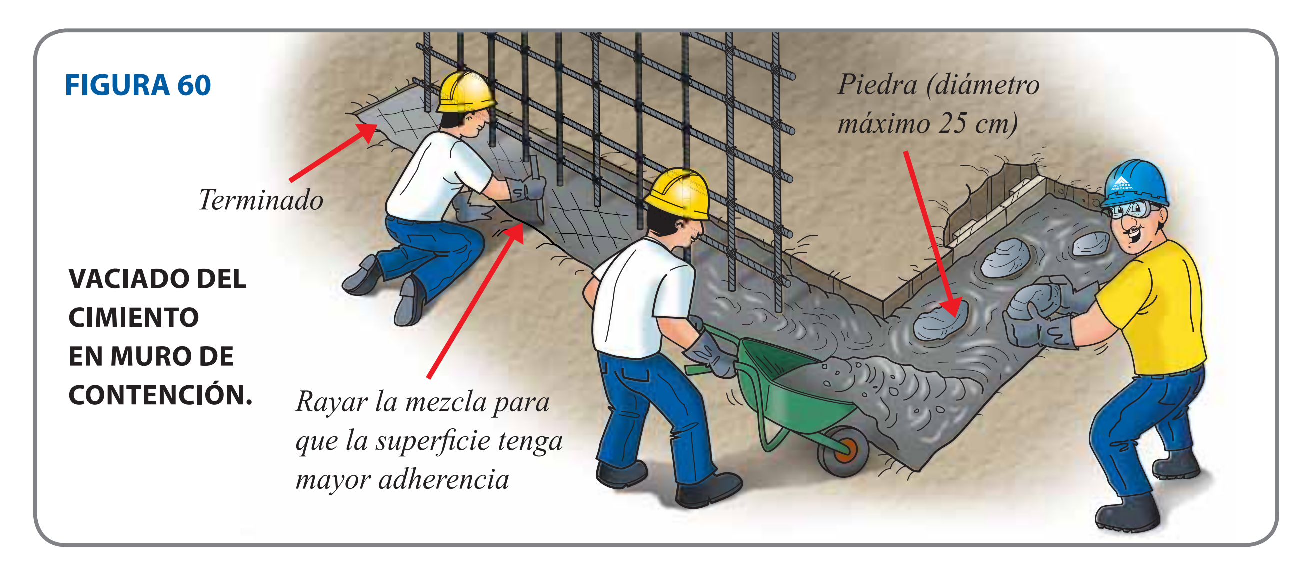


FIGURA 60

VACIADO DEL CIMIENTO EN MURO DE CONTENCIÓN.

Posteriormente se debe **curar*** el concreto, es decir echarle agua durante los siete días después del vaciado. Esto mejora la durabilidad del concreto, evita rajaduras y lo hace más resistente.

5.4 ENCOFRADO DEL MURO DE CONTENCIÓN

El encofrado del muro debe estar siempre vertical, lo que se puede verificar con el uso de una plomada. Además, debe ser lo suficientemente resistente para soportar la presión lateral del concreto durante el vaciado. Para un muro de hasta 1.5 m de altura, los encofrados se armarán con tablas de 1 1/2” de espesor por 8 a 10” de ancho, las que llevarán refuerzos de madera (montantes) de 2” x 3” cada 1.5 m como máximo.

Las puntales pueden ser de 2”x 3”. Las estacas que resistirán las cargas del encofrado serán de madera de 3” x 3” x 50 cm y estarán enterradas 30 cm en el suelo. Los espaciadores de 2” x 3” servirán para mantener las dimensiones especificadas en los planos.

La altura del encofrado debe hacerse por paños completos, para poder vaciar el concreto de una sola vez y no debilitar el comportamiento del muro. Es decir, si el muro tiene 2 m de altura, no debe hacerse primero 1 m y el resto después (ver figura 61).

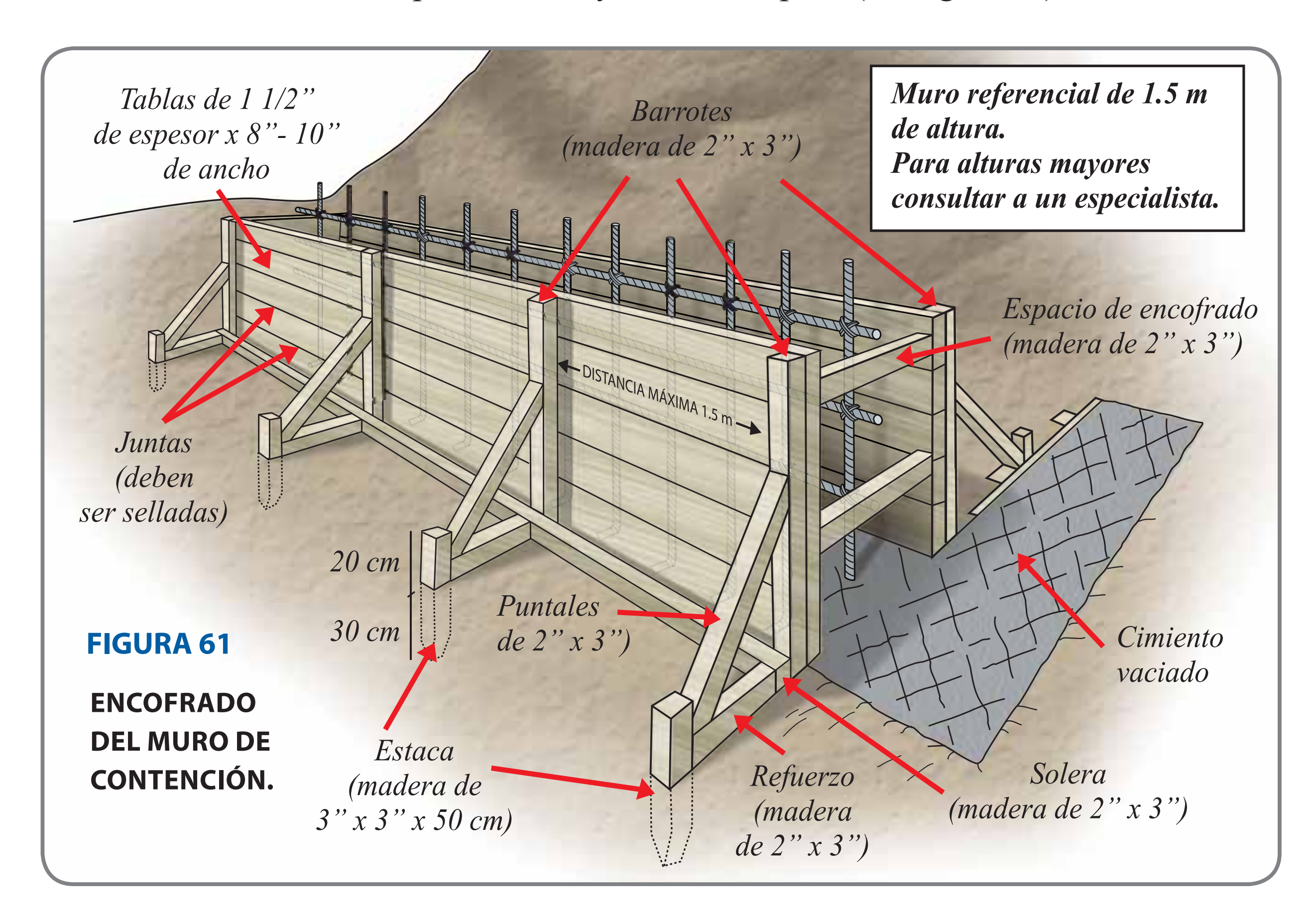


FIGURA 61

ENCOFRADO DEL MURO DE CONTENCIÓN.

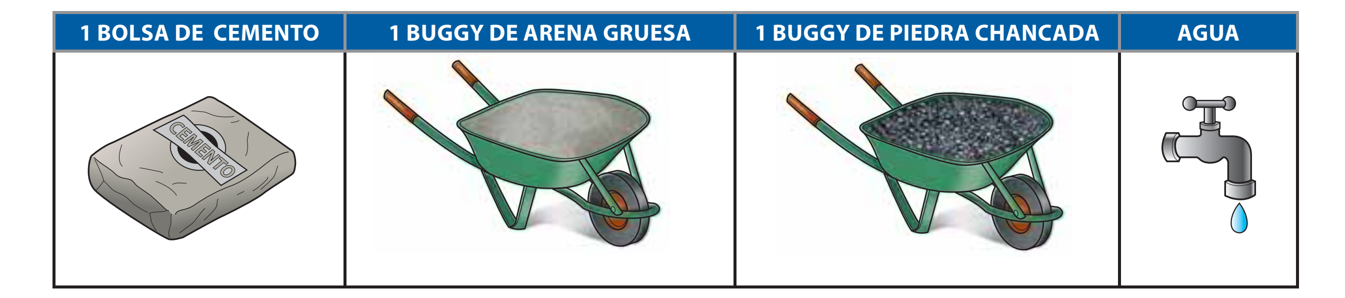
*(ver glosario)

Consideraciones:

- Las maderas utilizadas deberán estar limpias y sin clavos.
- Las juntas de los paneles se deben sellar para evitar fugas de agua con cemento, utilizando para ello el papel de las bolsas de cemento.
- Las dimensiones recomendadas para estos encofrados son aplicables para muros de contención de baja altura (promedio de 1.5 m). Para muros de contención de mayor altura, se debe consultar con un ingeniero civil para garantizar la seguridad del encofrado.
- Para garantizar que el muro tenga el recubrimiento indicado en los planos, se deben colocar dados de concreto atados a las varillas verticales.

5.5 VACIADO DEL CONCRETO EN EL MURO DE CONTENCIÓN

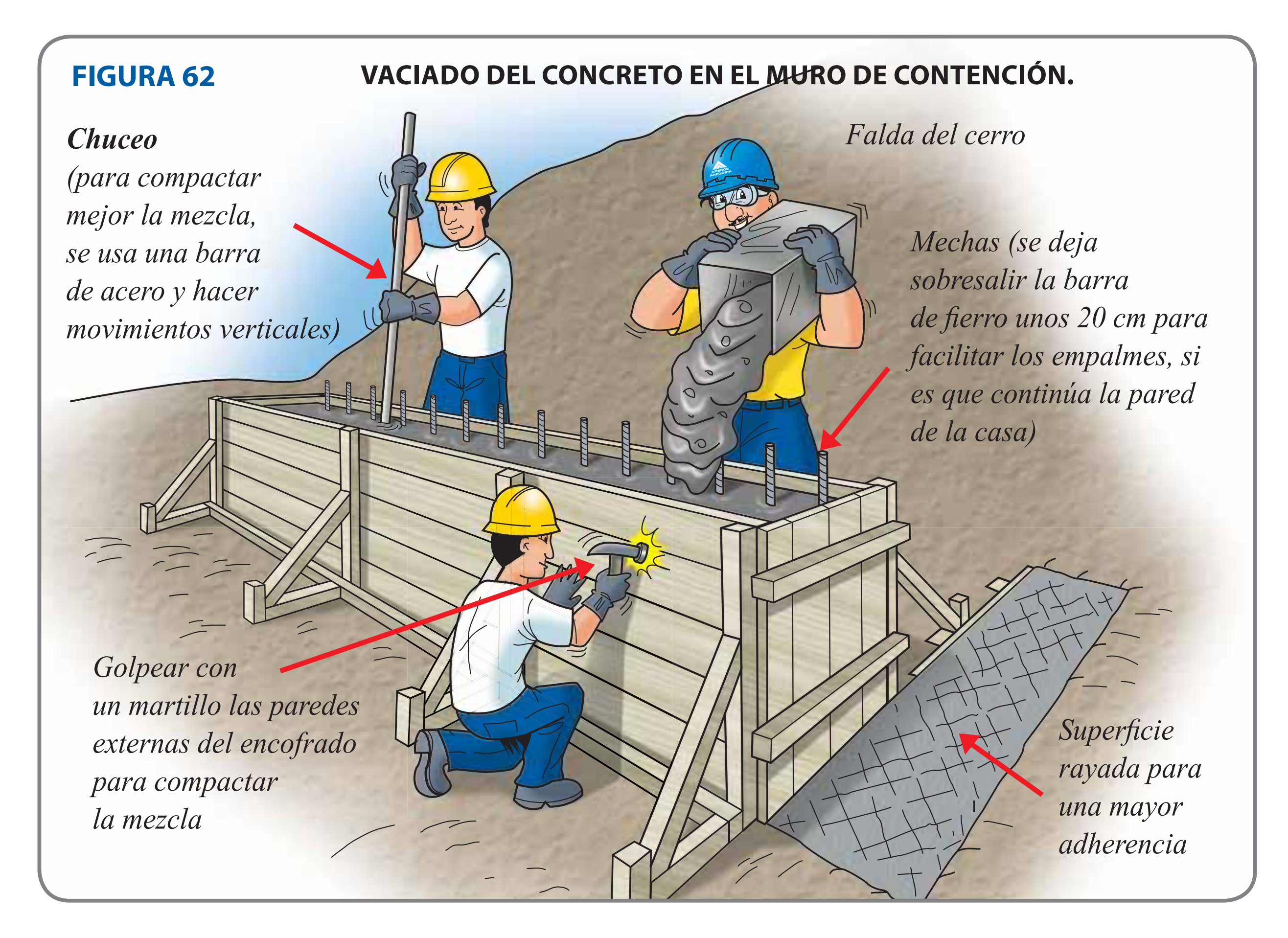
La resistencia del concreto de un muro de contención de baja altura, generalmente es de f'c=175 k/cm^2. Tal como se vio en la sección 1.12, la proporción recomendable para obtener esta resistencia es de una bolsa de cemento, 1 buggy de arena gruesa y 1 buggy de piedra chancada. La cantidad de agua dependerá de la humedad de los agregados. Si están muy secos, se podrá usar 40 litros por bolsa; y si están muy húmedos, 20 litros.



De preferencia, debe usarse mezcladora para una mejor combinación de los materiales. En caso de hacerlo manualmente, se debe humedecer el piso donde se va a batir el concreto para evitar que el piso seco absorba el agua de la mezcla. Debe batirse en seco con lampa, un mínimo de tres o cuatro veces, hasta que tenga un color parejo. Luego, agregar agua en la cantidad indicada arriba para que la mezcla quede pastosa y trabajable.

Para evitar que queden vacíos o aire atrapado dentro de la mezcla al momento de vaciar el concreto, es conveniente usar una vibradora. También se puede hacer mediante métodos manuales: golpeando con un martillo las paredes externas del encofrado y aplicando un "chuceo", que consiste en introducir con movimientos verticales una barra de acero de ½" en el concreto fresco (ver figura 62).

FIGURA 62 **VACIADO DEL CONCRETO EN EL MURO DE CONTENCIÓN.**



Consideraciones:

- Al vaciar la mezcla, se debe evitar que ésta golpee las tablas del encofrado, para que no se formen vacíos o **cangrejeras*** en el muro de contención.
- Muchas veces se subestima la fuerza que el concreto fresco ejerce sobre los encofrados. Un encofrado sin los suficientes **arriostres*** puede fallar, lo que puede ocasionar accidentes y pérdida de dinero.

5.6 DESENCOFRADO DEL MURO DE CONTENCIÓN

Los distintos elementos que constituyen el encofrado, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura. Se recomienda el empleo de cuñas, de patas de cabra o de otros dispositivos similares.

No se realizará el desencofrado hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos a los que va estar sometido durante y después del desencofrado.

***(ver glosario)**

Consideraciones:

- El encofrado se retirará como mínimo 24 horas después del vaciado del concreto.
- Apenas se retire el encofrado, es importante proceder al **curado**, por lo menos durante 7 días.
- Se debe inspeccionar la superficie, verificando que no se hayan producido **cangrejeras**.
- En el caso de haberse producido **cangrejeras**, éstas deben ser rellenadas y selladas inmediatamente con una mezcla rica en cemento.

5.7 RELLENO Y PLATAFORMADO

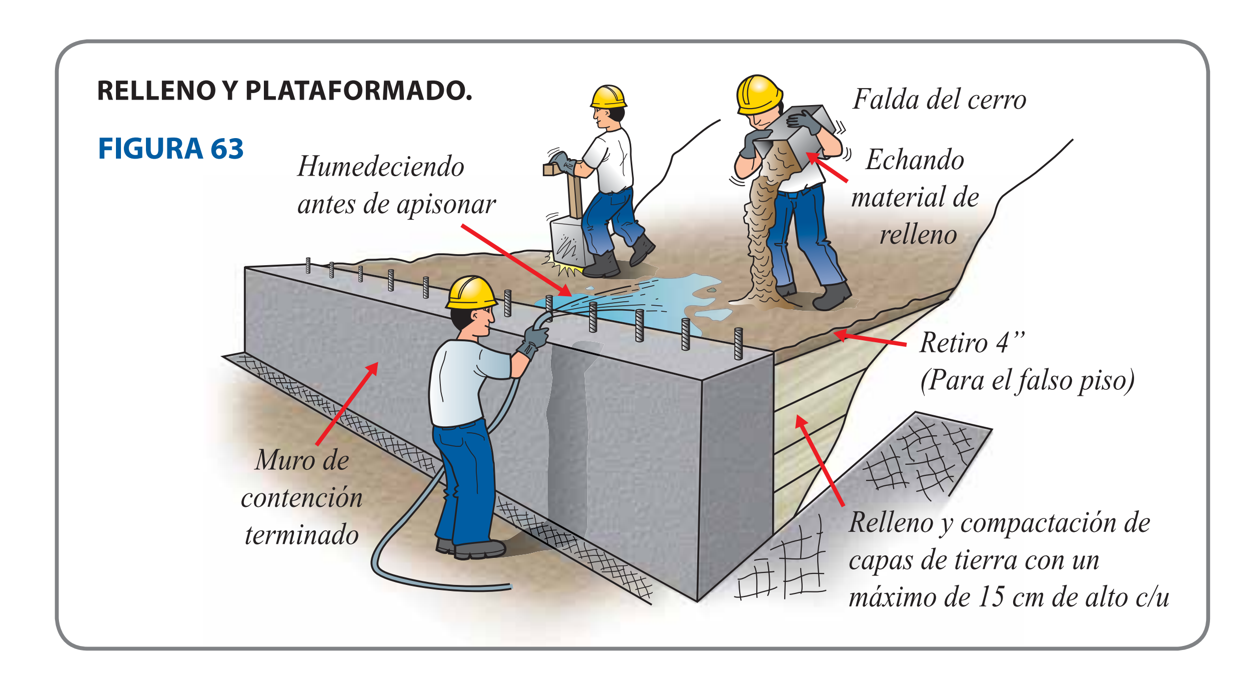
Cuando el muro de contención ya está listo para recibir las fuerzas y pesos que se le aplicarán, siete días después del vaciado, se nivelan las plataformas resultantes y se rellenan los lugares del terreno que presenten desniveles con relación al nivel del muro. Si hubiera material excedente, éste debe ser retirado.

Al rellenar, hay que tener en cuenta el espacio para el falso piso, que es una capa de concreto de 4" de espesor que sirve de base para el piso definitivo. El falso piso debe quedar nivelado con la parte superior del muro de contención.

Para rellenar, primero deberá humedecerse el suelo, de tal manera que se lubriquen las partículas y puedan tener un mejor acomodo al momento de compactarlo con el pisón. Esta operación deberá hacerse en capas de 15 cm aproximadamente. Se podrá usar un espesor algo mayor, si se dispone de una plancha vibradora (ver figura 63).

RELLENO Y PLATAFORMADO.

FIGURA 63



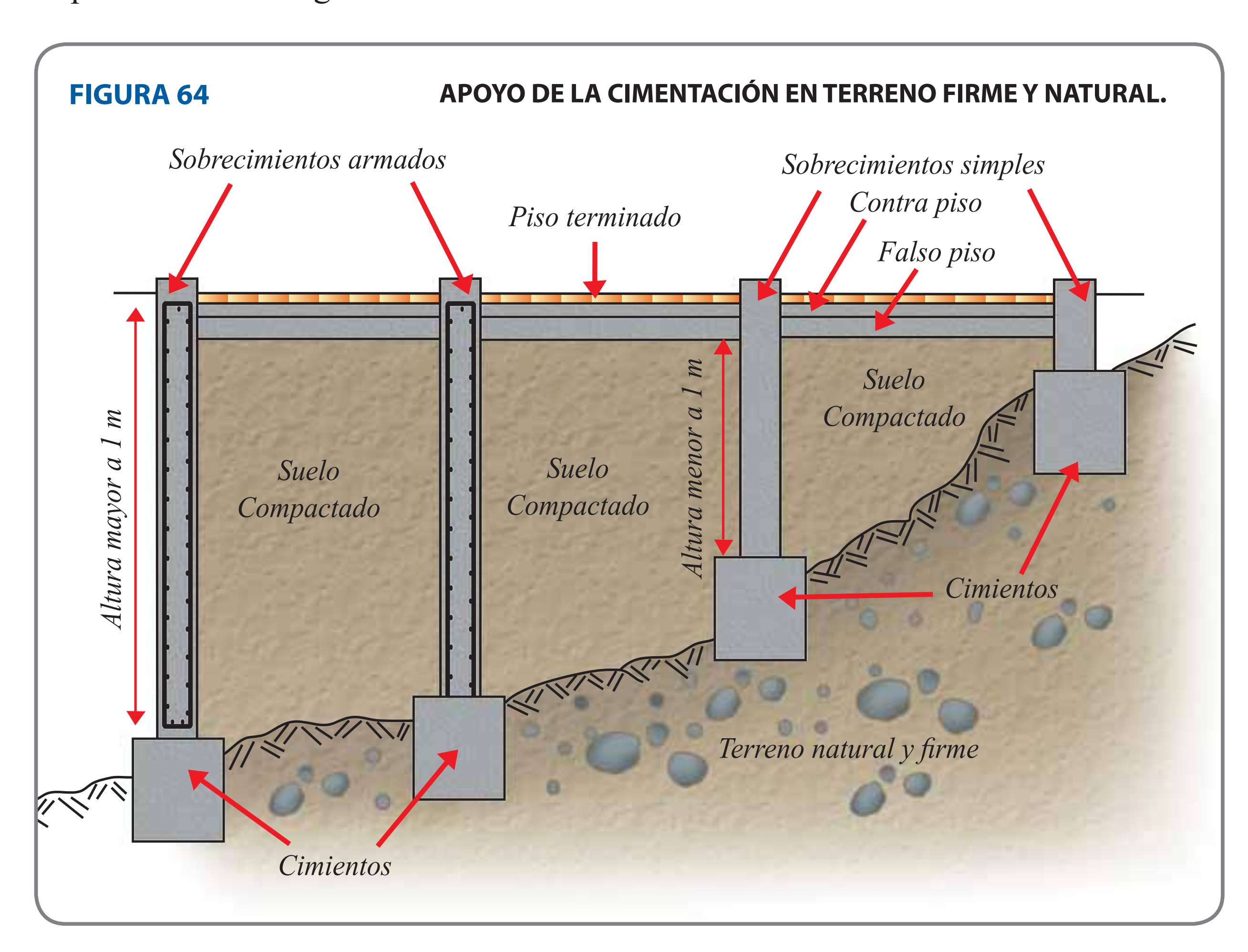
Si el terreno no es bien compactado, presentará deformaciones y el falso piso de la edificación se hundirá en diferentes puntos.

Consideraciones:

- Las zonas rellenadas sólo deben ser usadas para apoyar los falsos pisos. No deben ser usadas para apoyar zapatas, ni cimientos corridos. La profundidad a la que tiene que llegar la cimentación debe traspasar todo el espesor de relleno y llegar a suelo natural y firme (ver figura 64).

- Para el relleno se puede usar el material excedente de las excavaciones; también se puede usar hormigón o afirmado debidamente húmedos.

FIGURA 64 **APOYO DE LA CIMENTACIÓN EN TERRENO FIRME Y NATURAL.**



6. TRAZO Y REPLANTEO

Una vez que el terreno en ladera ha sido cortado y rellenado, los procedimientos que siguen son los mismos que para un terreno horizontal. Por lo tanto, de ahora en adelante, ya no hablaremos de los terrenos en ladera.

El trazo y el replanteo consisten en demarcar perfectamente los linderos del terreno, así como los ejes de los ambientes interiores de la vivienda, según las medidas que indican los planos de arquitectura.

6.1 TRAZO Y ALINEACIÓN CON LOS VECINOS

Para iniciar el trazo, debemos chequear los alineamientos de la vereda y de las casas vecinas y tomarlos como referencia.

Luego, debemos construir y colocar las **balizas*** en las esquinas del terreno y en el cruce de muros. Éstas se colocan fuera del lote, de tal manera que podamos realizar los trabajos de excavación libremente y luego volver a demarcar o replantear sin perder la ubicación de los ejes.

Las **balizas** son elementos que se construyen con dos estacas de madera de 2” x 2” x 60 cm (5 x 5 x 60 cm) y una tabla de 15 x 60 cm de superficie y 2 cm de espesor, que se pone horizontalmente en la parte superior, uniendo las dos estacas (ver figura 65).

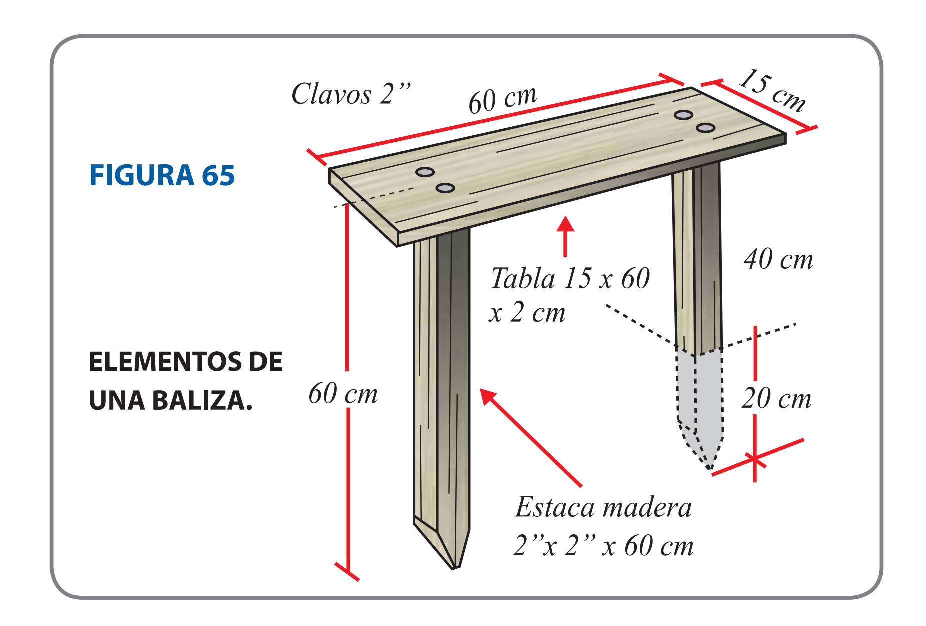


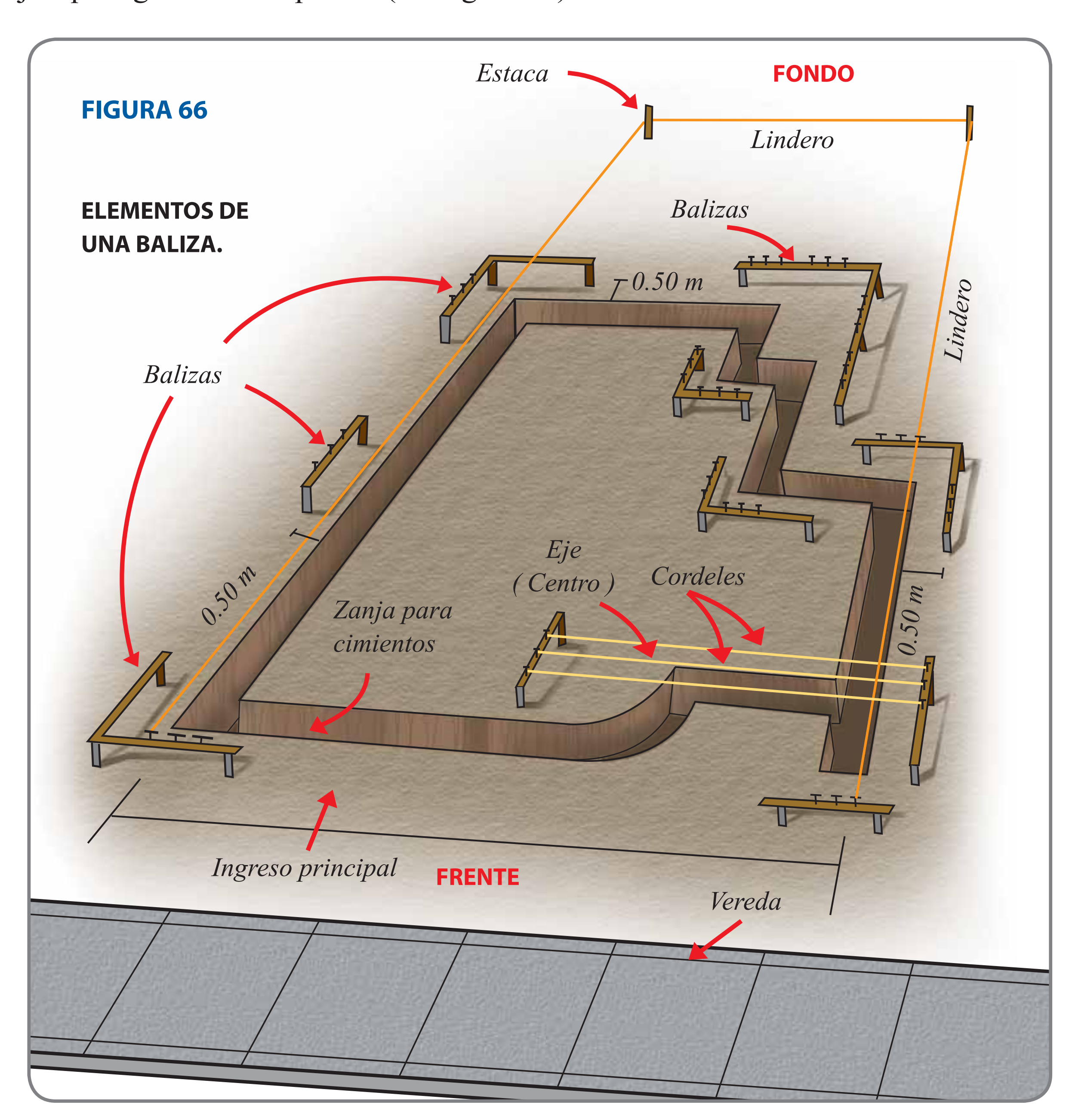
FIGURA 65

ELEMENTOS DE UNA BALIZA.

Una vez colocadas y niveladas las **balizas**, amarramos cordeles entre ellas, de tal forma que se va dibujando los ejes de los muros que nos servirán de guía.

*(ver glosario)

Para bajar los ejes sobre el terreno, se coloca una plomada en un extremo del cordel y luego, en el otro, para así marcar dos puntos sobre el suelo. Después, se trazará una línea con ayuda de un cordel y de una tiza, de esta forma obtenemos el marcado de los ejes que figuran en los planos (ver figura 66).



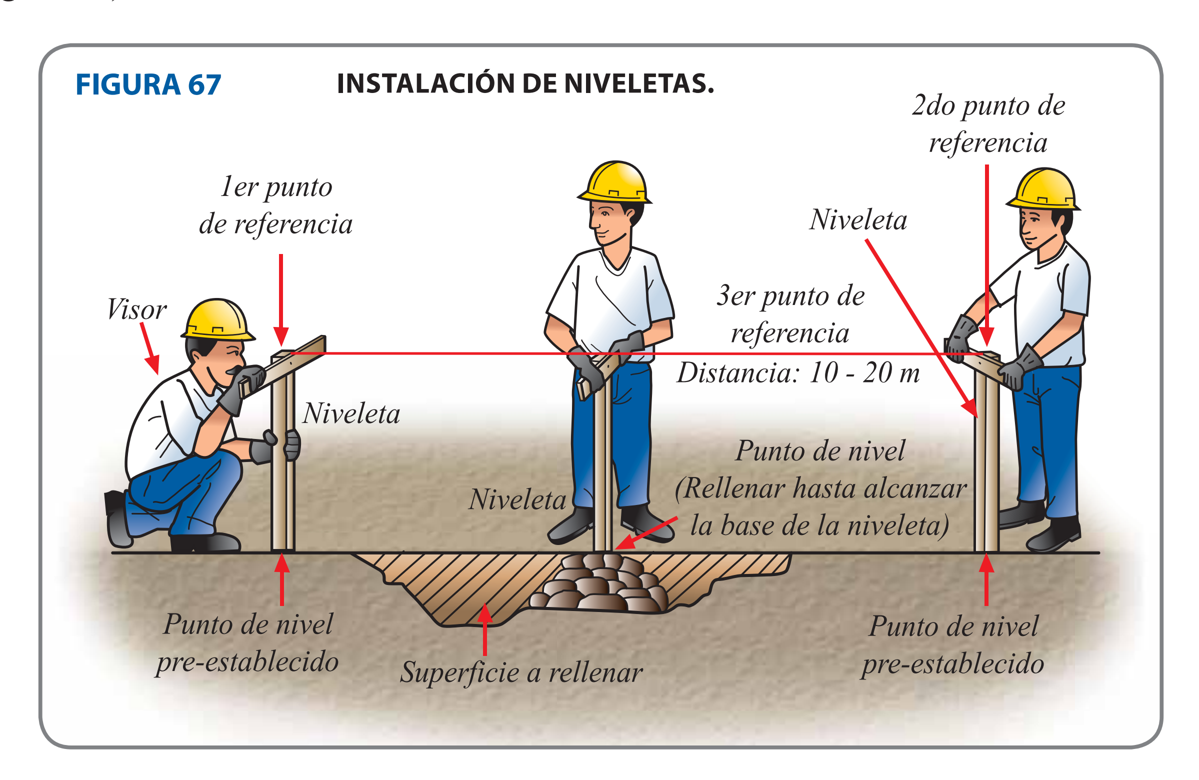
6.2 REPLANTEO

Una vez hecho el trazo, éste nos sirve de guía para excavar el terreno, ubicar el encofrado, plantar las columnas, levantar los muros, etc. Pero una vez culminado cada uno de estos trabajos, es muy importante volver a verificar el trazo inicial, así como los niveles. A esto se le denomina replanteo.

El replanteo es de suma importancia. Se debe verificar los niveles y el trazo constantemente, esto nos garantizará que la construcción tenga los ejes perpendiculares, que los ambientes de la casa tengan las dimensiones que se especifican en los planos y que los niveles de los pisos sean los correctos.

Si se desea marcar nuevos puntos de nivel entre los que ya han sido determinados, se pueden usar "niveletas", las cuales nos sirven para facilitar la horizontalidad de nuestra visión. La "niveleta", que servirá para marcar el nuevo punto de nivel, se sube o baja de acuerdo a la indicación del visor, hasta que las tres estén niveladas (ver figura 67).

FIGURA 67 **INSTALACIÓN DE NIVELETAS.**



Consideraciones:

- Se deben respetar los límites de las propiedades vecinas y de la vía pública para evitar problemas legales con los vecinos y la municipalidad.

- Para marcar los límites del lote con puntos fijos, se pueden utilizar estacas de acero de 60 cm, que deben ser clavadas a una profundidad de 50 cm. También se pueden incrustar hitos, elaborados con barras de acero embebidas en un cilindro de concreto. El hito será enterrado a unos 30 cm de profundidad.

- Para hacer las mediciones, es mejor usar una cinta métrica enrollable, de preferencia metálica, porque se deforma menos y lo suficientemente larga que permita medir de una sola vez toda la longitud del terreno. Durante esta operación, hay que evitar que la cinta métrica se arquee, distorsionando la verdadera longitud.

7. CIMIENTOS

Se denomina cimientos a una parte de la estructura que tiene como misión transmitir adecuadamente el peso de la edificación al terreno.

Los cimientos de una casa siempre deben estar apoyados en terreno natural y firme; por ningún motivo pueden descansar sobre rellenos.

Debido a que la resistencia del suelo generalmente es menor que la de la estructura que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación siempre será más grande que los elementos soportados.

7.1 EXCAVACIÓN DE ZANJAS

a. Ubicación de agua y desagüe

Para determinar el nivel base, se debe tener en cuenta la profundidad de la red pública de desagües, vías, veredas y otros, para que la construcción quede por encima de esos niveles.

b. Excavación de zanjas

La excavación de las zanjas se realiza de acuerdo al trazo, respetando los anchos y profundidades indicados en los planos. La profundidad de excavación nunca debe ser menor a 80 cm. Los anchos generalmente varían entre 40 y 50 cm en suelos duros y entre 50 y 60 cm en suelos sueltos o blandos (arenas sueltas o arcillas blandas).

Tal como se explicó en el capítulo 4, generalmente cuando se tiene un terreno ubicado en ladera, antes de la construcción de la vivienda, se efectúan los trabajos de corte y relleno para obtener una o más plataformas niveladas, las que son soportadas en sus bordes por muros de contención.

En estos casos es de suma importancia que el fondo de la excavación no se quede en las zonas de relleno, ya que con el tiempo o con un sismo, la parte de la casa ubicada sobre suelo rellenado se asentará, produciendo graves rajaduras (ver figura 68).

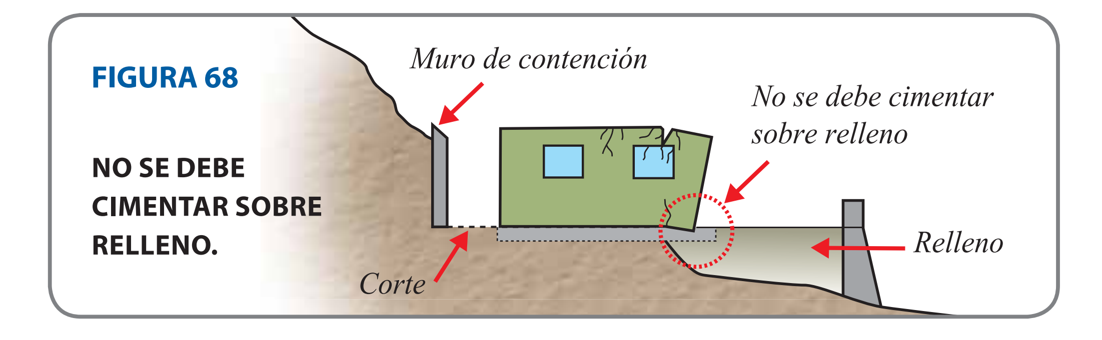


FIGURA 68

NO SE DEBE CIMENTAR SOBRE RELLENO.

Por este motivo, aún cuando sea muy trabajoso, hay que excavar transpasando todo el relleno hasta llegar a suelo natural y firme.

Las paredes de las zanjas, en todas las excavaciones, deben ser verticales y el fondo de la zanja debe quedar limpio y nivelado.

Si las paredes laterales de la zanja no fuesen verticales o presentaran inclinaciones pronunciadas debido a problemas de desmoronamiento, se debe utilizar encofrados laterales que evitarán el consumo en exceso del concreto.

c. Apisonado

El fondo de la zanja es el que soporta todo el peso de la edificación, por lo tanto hay que procurar que quede plano y compacto. Para esto, el fondo de la zanja debe ser humedecido y después compactado con la ayuda de un pisón. Si existiera demasiado desnivel, se podrá nivelar con mezcla pobre (ver figura 69).


FIGURA 69

COMPACTACIÓN CON PISÓN.

d. Eliminación de material excedente

El material excavado se ubicará a una distancia mínima de 60 cm del borde de la zanja. De esta manera, no causamos presiones sobre las paredes, las cuales podrían causar derrumbamientos. Con ello, además, facilitamos la circulación de los trabajadores al momento de vaciar la zanja.

Luego de haber seleccionando el material útil para rellenos u otros usos dentro de la obra, se realizará la eliminación. Ésta se hará solo en lugares autorizados.

Consideraciones:

- No se debe cimentar sobre suelo con excesiva materia orgánica (residuos de plantas o animales), desmonte o relleno, porque no soportará el peso de la edificación.

- Las zonas de relleno pueden servir para vaciar los pisos, pero nunca para apoyar los cimientos.

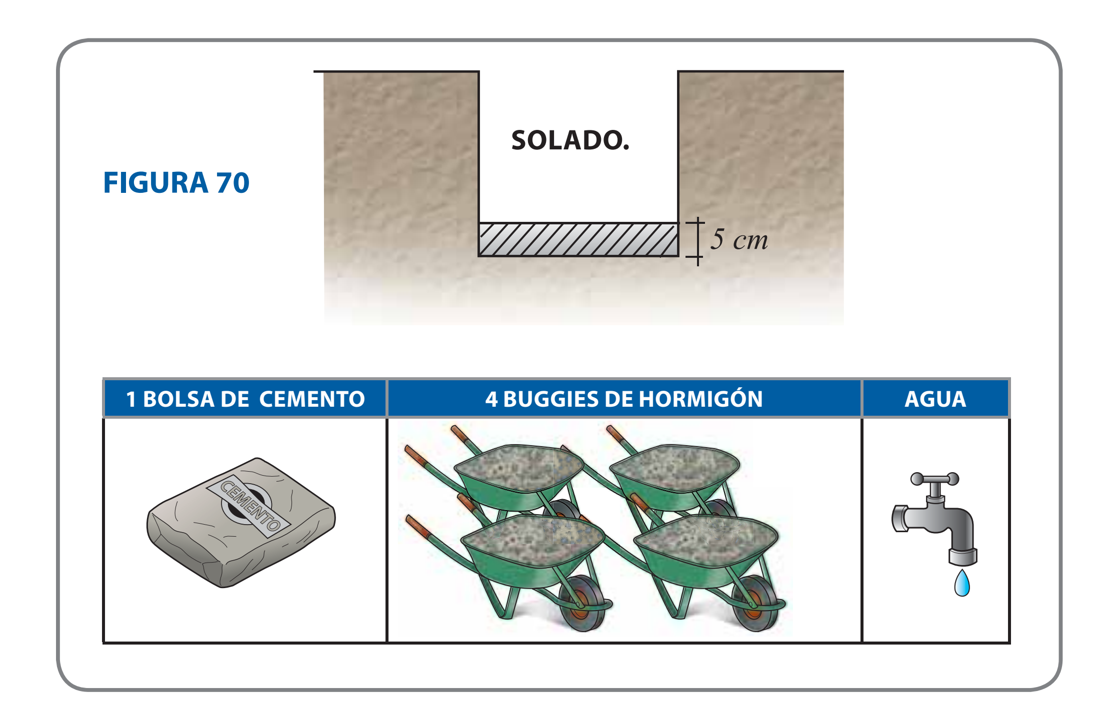
- Cuando se realicen las excavaciones con profundidades superiores a 1.5 m, hay que tomar precauciones para evitar accidentes por probables derrumbes de las paredes.

7.2 HABILITACIÓN Y COLOCACIÓN DE ACERO EN COLUMNAS

a. Solado

Una vez terminada la excavación de las zanjas, se procederá a realizar los **solados**. Éstos nos permitirán contar con una superficie nivelada, rugosa y compacta para trazar y ubicar las columnas adecuadamente.

Los lugares donde se van a plantar las columnas se ubicarán según los planos de obra y se procederá a vaciar superficies de 5 cm de espesor con una mezcla pobre, cuya proporción será de una bolsa de cemento por 4 buggies de hormigón, tal como se ve en la sección 1.12 de este manual (ver figura 70) .



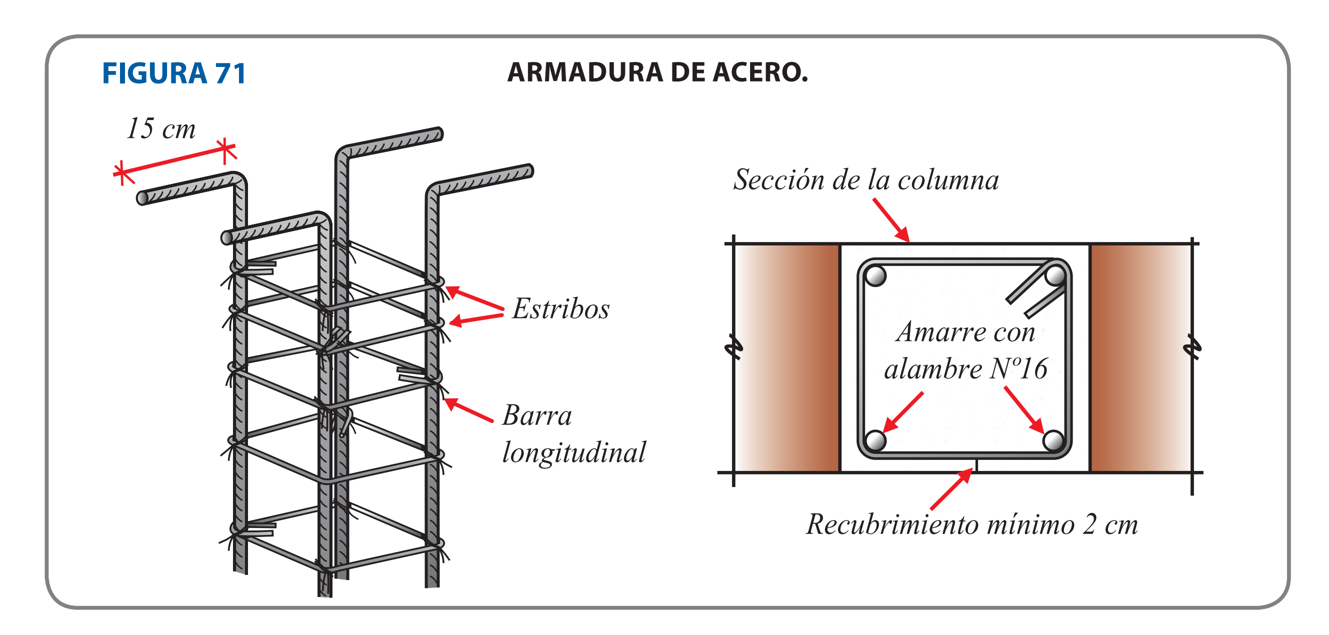
b. Armadura de acero

Los planos de estructuras especificarán las medidas de los cortes y de los doblados de las barras de acero. Todo refuerzo de acero deberá doblarse en frío, respetando el diámetro mínimo de doblado para no causar fisuras en la barra. Deberá cortarse con sierra o también con cizalla.

Luego de haber cortado y doblado las barras de acero, deberá verificarse que las medidas estén de acuerdo a las especificaciones que figuran en el plano de estructuras.

Las barras longitudinales de las columnas deberán ir amarradas o atortoladas con alambre N° 16 a los estribos, que generalmente para una casa son de 6 mm, y distanciados, de acuerdo a lo que se especifica en los planos. Estos espaciamientos deben verificarse antes de colocar la columna armada en la zanja, pues su cumplimiento nos garantizará el buen funcionamiento de la columna durante la ocurrencia de un sismo (ver figura 71).

FIGURA 71 **ARMADURA DE ACERO.**



En el caso de los estribos, la longitud del gancho garantiza que durante un sismo éstos no se abran, evitando así que el concreto falle.

Las longitudes de gancho para los diferentes diámetros de cada barra, así como las longitudes de traslape, si las hubieran, se pueden ver en la sección 3.8 "Trabajo en acero" de este manual.

c. Colocación

Se colocará la columna armada al interior de la zanja, apoyándola sobre unos dados de concreto No deberá usarse piedras, desechos u otro material frágil en vez de estos dados, ya que al resbalarse o romperse la armadura, quedará desnivelada.

Para fijar la columna de forma vertical, se le amarrará unos **barrotes*** de madera apoyados en el suelo (ver figura 72).

*(ver glosario)

FIGURA 72

SOLADO PARA ASENTAR COLUMNAS A UN MISMO NIVEL.

Estribos

Estribo

Gancho de doblado

Curvatura de doblado

Espaciamiento de estribos de acuerdo al plano

Fierro longitudinal

Balízas para fijar las columnas

Solado para asentar las columnas a un solo nivel

Separación entre el fierro y el solado con dados de concreto 10 cm de altura

Si la columna se coloca en un segundo piso, las barras longitudinales continuarán a las del primer piso, con una determinada longitud de traslape entre barra y barra, amarrándolas con alambre N° 16 (ver figura 73). Las longitudes de traslape dependen de los diámetros de las varillas y se indican en la sección 3.8, que trata sobre el acero.

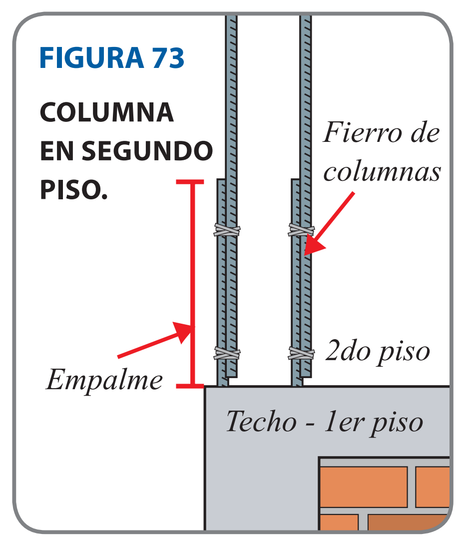


FIGURA 73

COLUMNA EN SEGUNDO PISO.

Consideraciones:

- En caso de construir sólo el primer piso, la prolongación de los fierros de las columnas para una futura ampliación deberá estar protegida con concreto pobre, esto evitará que se oxiden.

- Si las varillas de fierro se van a almacenar por algún tiempo, hay que guardarlas evitando el contacto con el suelo. También deben ser protegidas de la lluvia y de la humedad, cubriéndolas con una manta plástica. Esto evitará que se oxiden.

- Si al momento de usar las varillas, éstas presentan óxido, se deben limpiar con escobilla de acero para asegurar una buena **adherencia** al concreto. Pero si la oxidación ha avanzado hasta deteriorar las corrugas o el diámetro de la barra, lamentablemente ya no deben ser usadas. Por eso es vital su buena protección.

- Al doblar el fierro, no olvidar el diámetro mínimo de doblado, de lo contrario, éste se puede fisurar.

7.3 VACIADO DEL CONCRETO EN ZANJAS

a. Preparación de la zanja

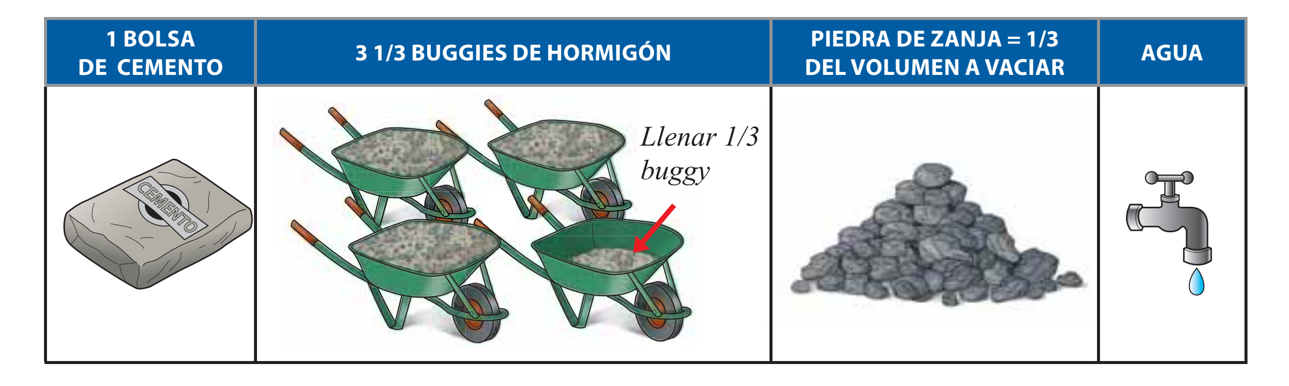
Antes de iniciar el vaciado del concreto, se debe verificar que la zanja esté limpia. Si hay zonas con encofrado, deberá verificarse que estén debidamente apuntaladas; luego, se deberá humedecer las paredes y el fondo de la zanja. Esto evitará que el terreno seco absorba el agua de la mezcla.

Asimismo, es necesario prever los lugares por donde van a pasar las tuberías de desagüe. En estos puntos, habrá que dejar los pases correspondientes. Generalmente se hace dejando papel de bolsas de cemento.

b. Preparación de la mezcla de concreto para los cimientos

Para la preparación del concreto, se deberá utilizar de preferencia una mezcladora, pudiéndolo hacer también a mano en una zona plana y limpia de desperdicios.

La proporción recomendable para este tipo de concreto es de una bolsa de cemento por 3 1/3 buggies de hormigón. Esta proporción se especifica en la sección 1.12 de este manual. Adicionalmente, se debe incorporar piedra de zanja en una proporción equivalente a una tercera parte del volumen a vaciar.



b. Vaciado del concreto

El vaciado del concreto se realizará por capas, es decir, se vaciará una capa de concreto, y luego, sobre ésta se colocarán las piedras y así sucesivamente hasta llegar a la altura deseada.

Durante la colocación de las piedras de zanja, se deberá tener cuidado de espaciarlas adecuadamente, de tal manera que no quede ninguna piedra pegada contra otra. Todas deben quedar completamente cubiertas por la mezcla (ver figura 74).

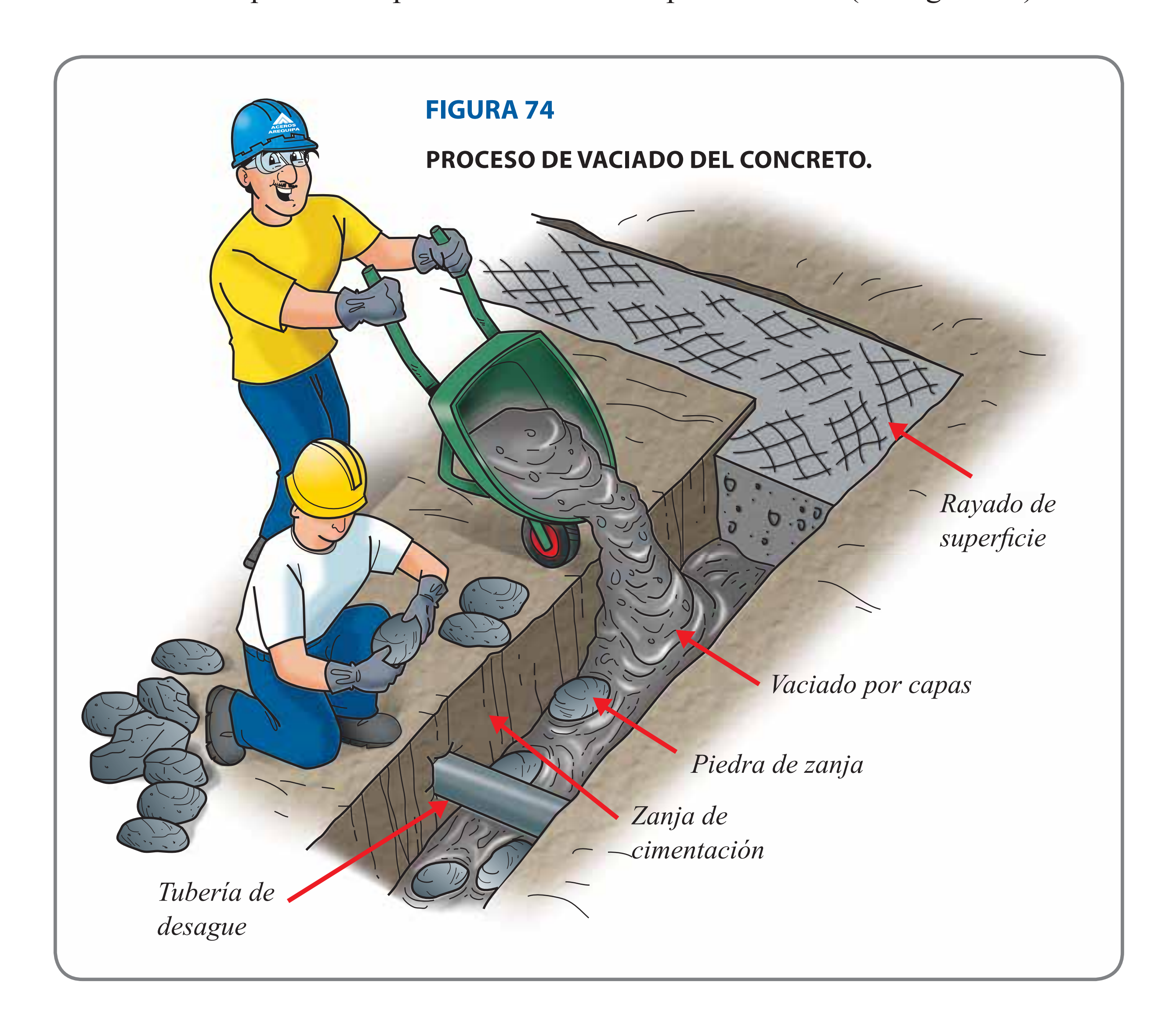


FIGURA 74

PROCESO DE VACIADO DEL CONCRETO.

c. Compactación del concreto

Durante la colocación del concreto, deberá compactarse de preferencia con una vibradora. En caso de no contar con una, se hará con la ayuda de una varilla de fierro o puntal de madera (ver figura 75).



FIGURA 75

USO DE VARILLA PARA COMPACTAR.

Al terminar el vaciado, la superficie de concreto deberá quedar nivelada. Es recomendable rayar la superficie sobre la cual se va a vaciar el sobrecimiento, esto mejorará la **adherencia** entre ambos concretos.

d. Curado del concreto

Se debe mojar constantemente el cimiento durante los 7 primeros días después del vaciado. Esto nos asegurará que el concreto alcance la resistencia necesaria y disminuirá la aparición de grietas y rajaduras en la superficie (ver figura 76).



FIGURA 76

CURADO DEL CONCRETO.

Consideraciones:

- El tamaño máximo que debe tener la piedra de zanja es de 25 cm, tamaños mayores pueden originar discontinuidades en la masa de concreto del cimiento.

- Durante el proceso de vaciado hay que evitar que las piedras o los buggies impacten con la armadura de las columnas, ya que esto puede variar la ubicación de los ejes.

8. SOBRECIMIENTOS

En la parte superior del cimiento se construirá el sobrecimiento. Éste tendrá el mismo ancho que el muro que soportará.

La altura de los sobrecimientos variará de acuerdo a las características del terreno. Esta altura depende de la diferencia entre el nivel de la superficie del cimiento y el nivel escogido para el piso, más unos 10 cm (ver figura 77).

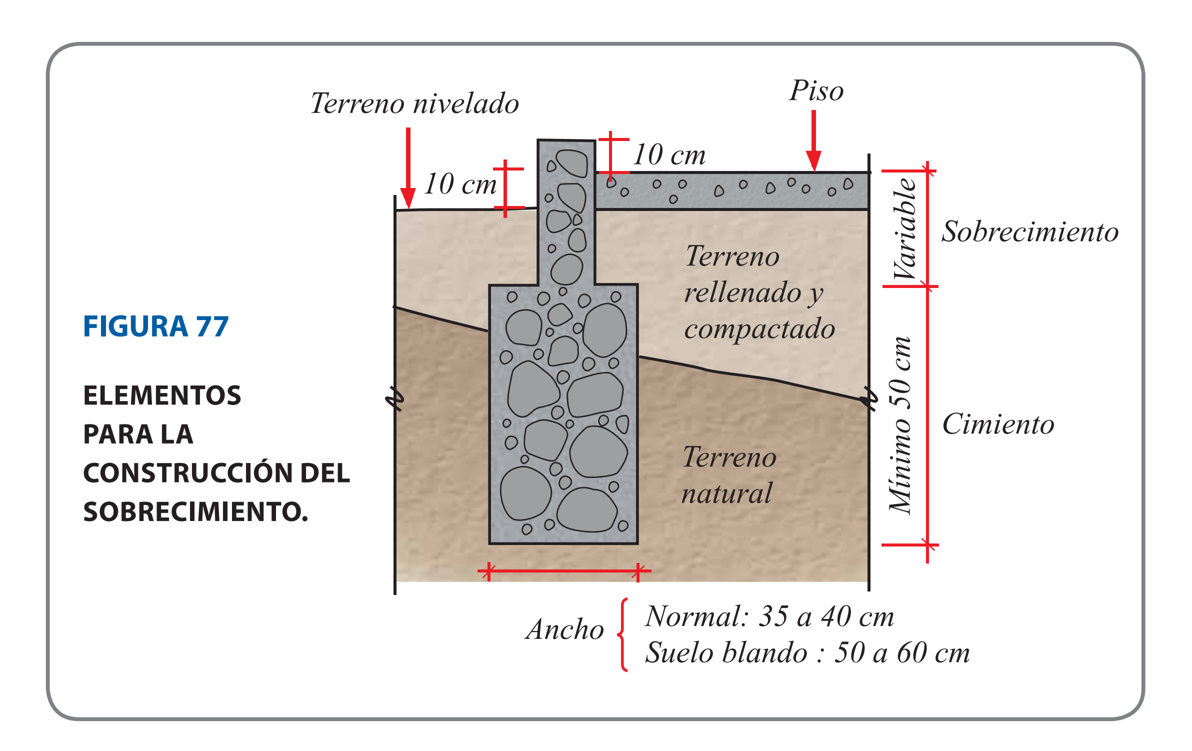


FIGURA 77

ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SOBRECIMIENTO.

Estos 10 cm de sobrecimiento por encima del piso terminado, nos sirven para proteger al ladrillo de las paredes de cualquier humedad que a futuro podría provenir del exterior de la casa o de su mismo interior.

Si la vivienda se encontrase en suelo arenoso o de arcillas blandas, los planos pueden especificar que este sobrecimiento sea armado, indicando los diámetros y la distribución en forma de una viga. Si este fuera el caso, habrá que colocar, antes de encofrar, los fierros de refuerzo, los que deben quedar a una altura de 7 cm sobre el cimiento (ver figura 78). Esto se realizará de acuerdo a los planos.

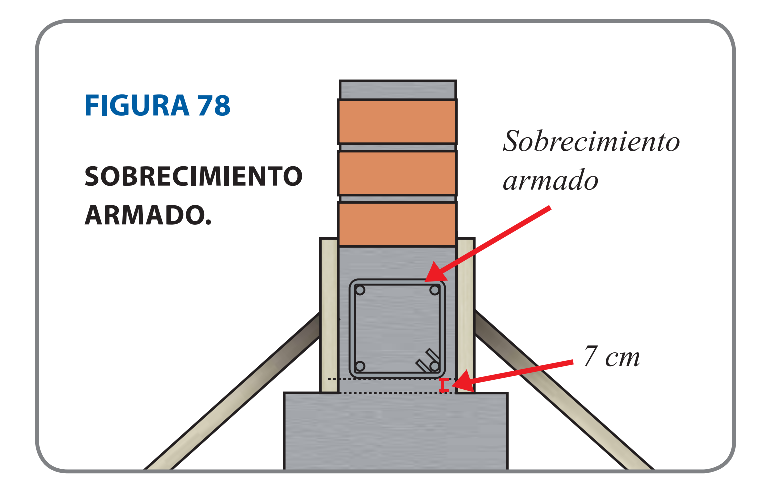


FIGURA 78

SOBRECIMIENTO ARMADO.

8.1 ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS

a. Armado del encofrado

Una vez que se empiece con la colocación del encofrado, se deberá verificar que las tablas a utilizar se encuentren en buen estado, limpias y no arqueadas.

Los costados de los encofrados están formados por tablas de 1" o 1½" de espesor y de anchos variables, de acuerdo a las alturas de los sobrecimientos.

Estas tablas, por su cara exterior, se unen a través de **barrotes** de madera de 2" x 3", separados cada uno por 60 cm. Para asegurar la verticalidad y estabilidad del encofrado, se usan otros **barrotes**, también de 2" x 3", los cuales se aseguran contra una **solera*** fijada con estacas el suelo (ver figura 79).

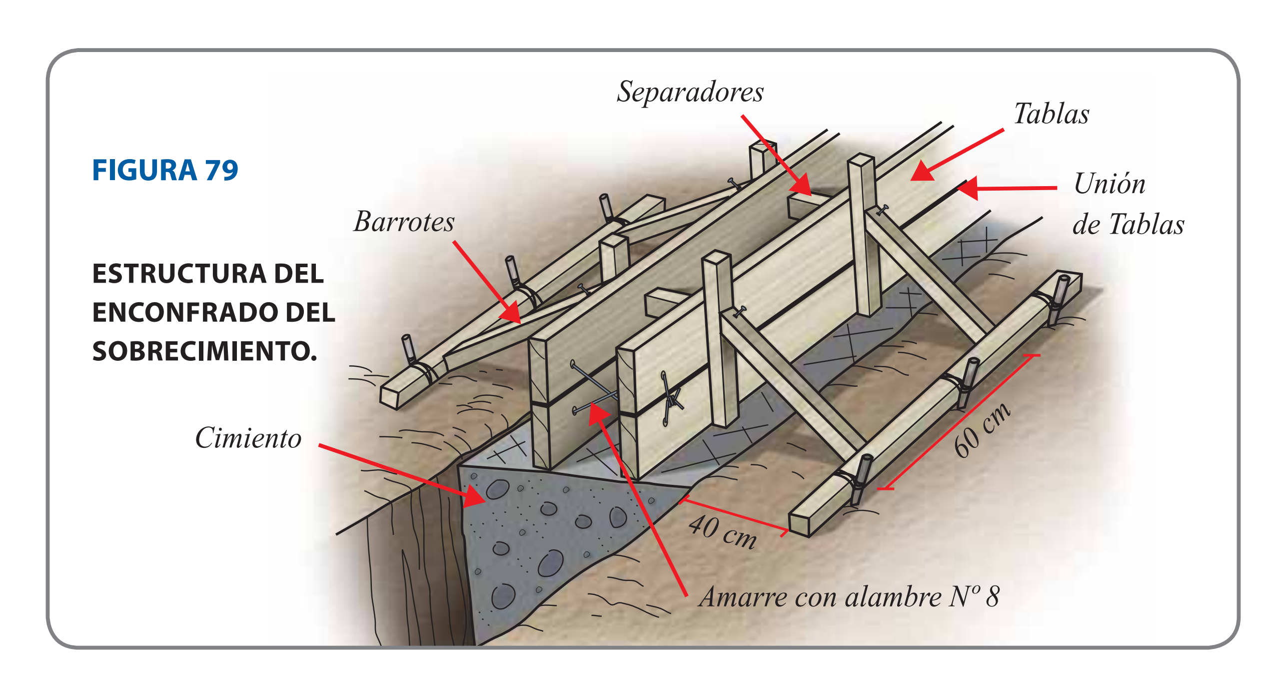


FIGURA 79

ESTRUCTURA DEL ENCONFRADO DEL SOBRECIMIENTO.

Por su cara interior, las tablas no deberán presentar restos de concreto endurecido y deberán estar untadas con petróleo, lo que posteriormente facilitará el desencofrado.

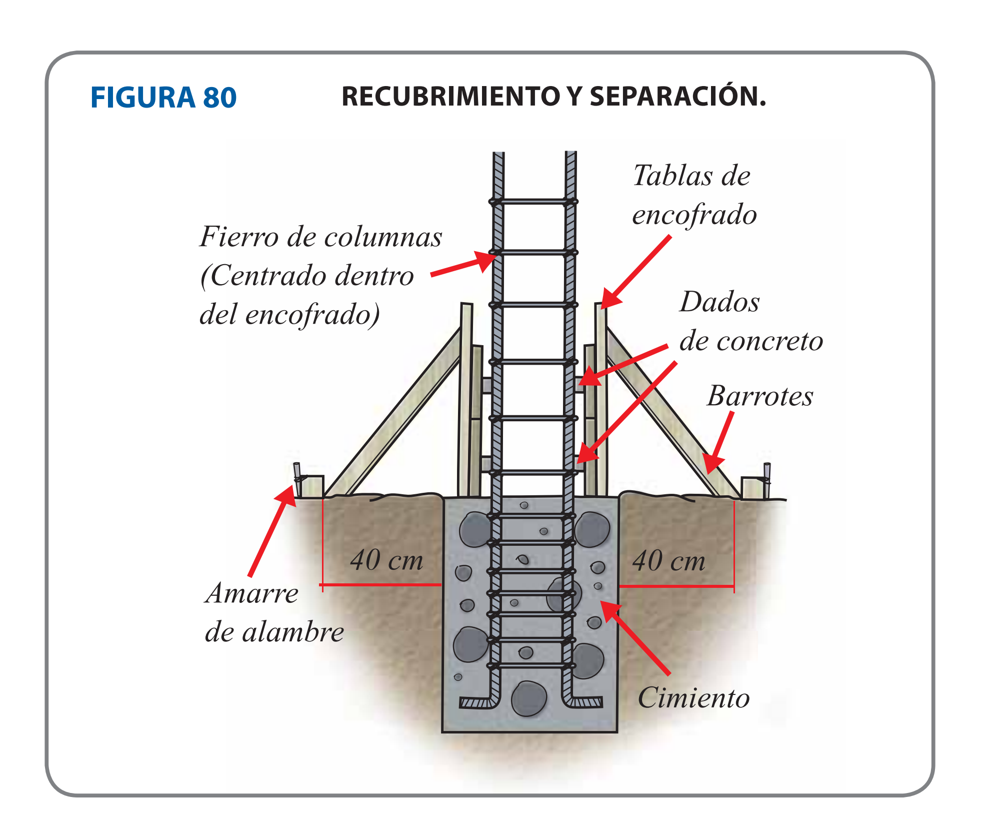
b. Recubrimiento y separación

Al momento de colocar las tablas, se deberá tener en cuenta que los fierros de las columnas (y del sobrecimiento si lo hubiera), deben quedar exactamente en el medio de la distancia entre ambas caras del encofrado. Para esto se usan los dados de concreto, así se garantizará un adecuado recubrimiento de las barras de acero al momento de vaciar el concreto (ver figura 80).

---

*(ver glosario)

FIGURA 80 **RECUBRIMIENTO Y SEPARACIÓN.**



Asimismo, para guardar el ancho del encofrado, se utilizarán separadores de madera o de tubos de PVC, en la parte superior e inferior del encofrado. Luego ambas caras del encofrado se fijarán con alambre N° 8, amarrando los **barrotes** verticales de un lado a otro.

Consideraciones:

- Al terminar de armar todos los encofrados, se debe hacer una verificación de ejes y niveles, ya que una vez vaciado el concreto será muy complicado hacer las correcciones.

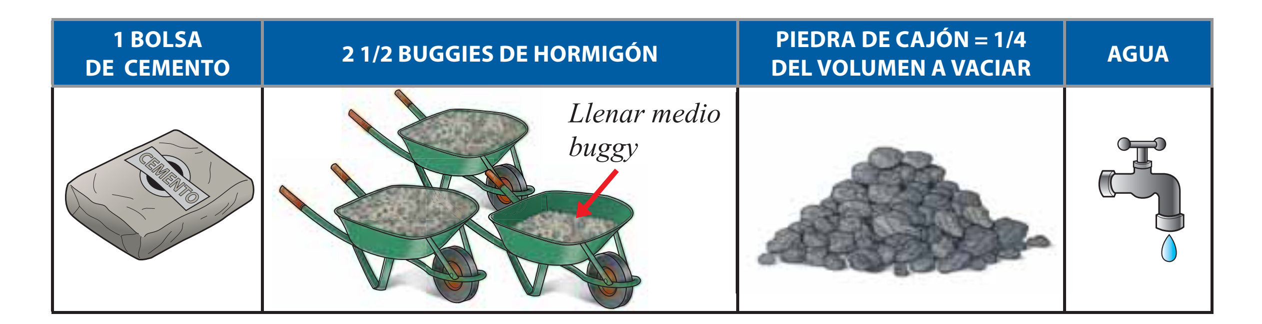
- Igualmente, se debe verificar la verticalidad de los encofrados con ayuda de una plomada.

8.2 VACIADO DEL CONCRETO EN SOBRECIMIENTOS

a. Preparación de la mezcla de concreto simple para los sobrecimientos

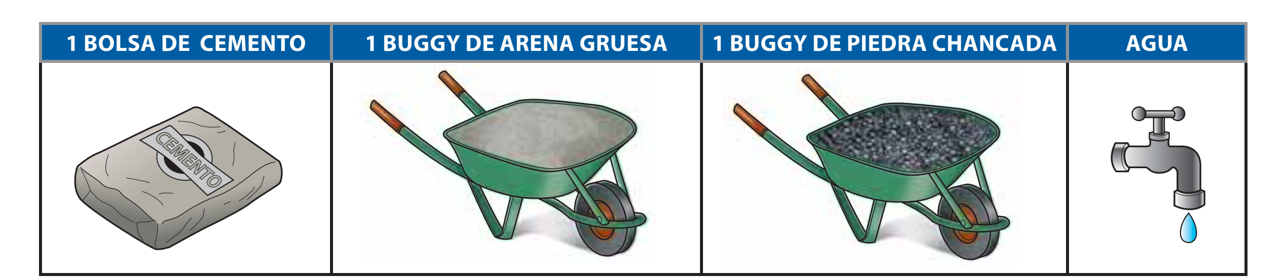
Para la preparación del concreto, se deberá utilizar de preferencia una mezcladora, pudiéndolo hacer también a mano en una zona plana y limpia de desperdicios.

La cantidad de materiales debe guardar una proporción que por lo general es de una bolsa de cemento por 2 1/2 buggies de hormigón, con la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa y trabajable. Adicionalmente, se debe incorporar piedra de cajón en una proporción equivalente a una cuarta parte del volumen a vaciar, tal como se ve en la sección 1.12 de este manual.



b. Preparación de la mezcla para los sobrecimientos armados

Si el sobrecimiento es armado, el concreto a usarse deberá ser de una mayor calidad. La resistencia debe ser f'c = 175 kg/cm^2, por lo que la mezcla se preparará usando arena gruesa y piedra chancada en vez de hormigón. La proporción recomendable es de una bolsa de cemento, con 1 buggy de arena gruesa y 1 buggy de piedra chancada, además de una cantidad de agua que fluctúa entre 20 y 40 litros, de acuerdo a la humedad de los agregados.



c. Vaciado de la mezcla

El vaciado de la mezcla se realizará por capas, es decir, se vaciará una capa de concreto, y luego, sobre ésta se colocarán las piedras y así sucesivamente hasta llegar a la altura que indica el plano (ver figura 81).

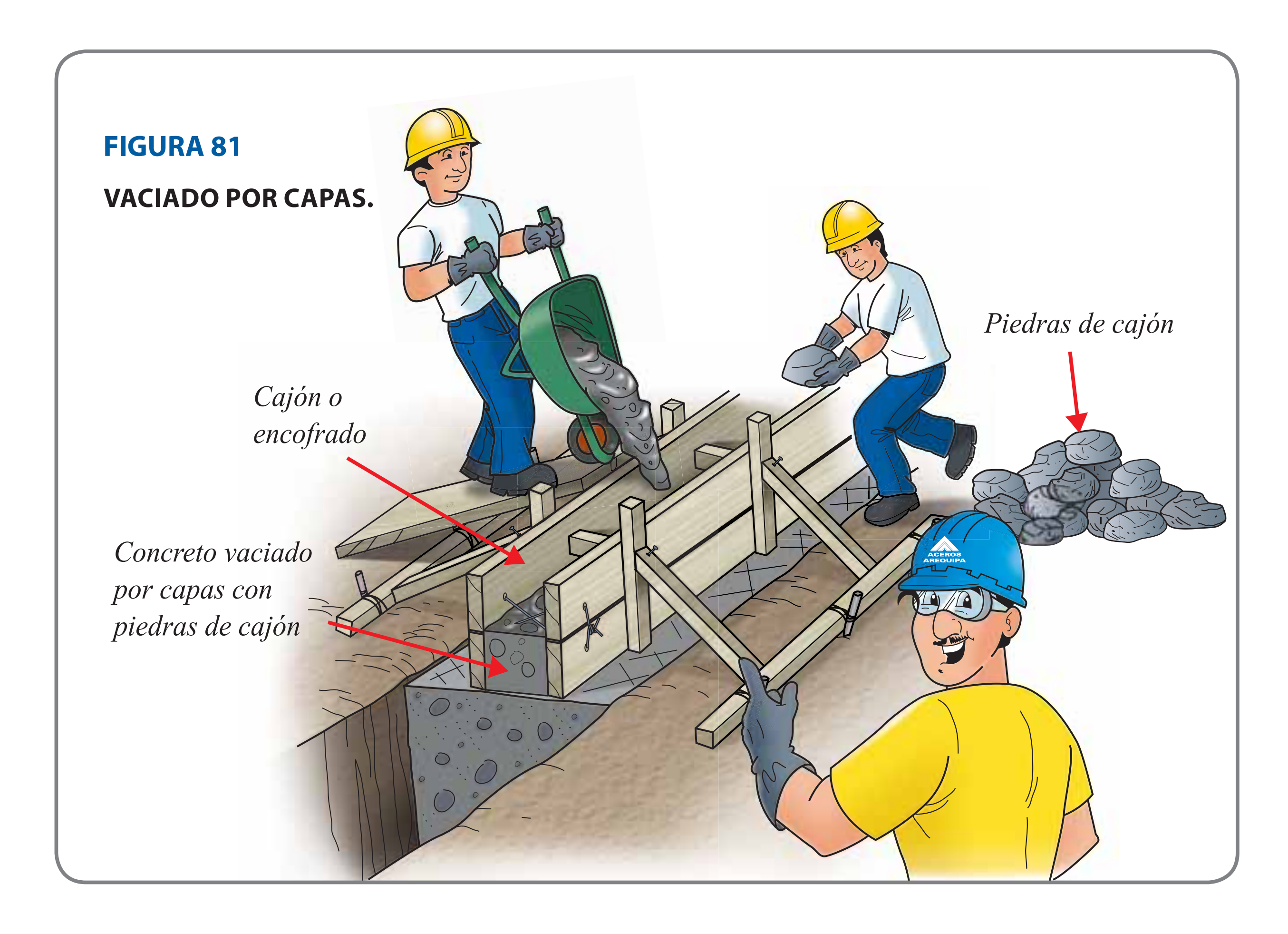


FIGURA 81

VACIADO POR CAPAS.

Las piedras de cajón deberán ser colocadas a mano, asegurándose que todas queden completamente cubiertas por la mezcla sin que ninguna piedra quede pegada a otra.

El traslado del concreto hacia el sobrecimiento debe hacerse a través de latas o buggies. No se deben utilizar otros recipientes que puedan absorber o escurrir el agua de la mezcla, pues esto quitaría resistencia al concreto.

Antes de vaciar el concreto al interior del encofrado, debemos revisar que este espacio se encuentre limpio de desperdicios y proceder luego a humedecer el cimiento para evitar que absorba el agua de la mezcla.

Si se tratara de un sobrecimiento armado, el concreto no debe llevar piedra de cajón ya que se trata de un concreto estructural y no del tipo ciclópeo.

d. Compactado del concreto

Mientras se coloca el concreto, será necesario compactarlo con la ayuda de una vibradora. Si no se tuviese este equipo, se puede hacer con un pedazo de fierro de construcción de tamaño manejable, introduciéndolo verticalmente a la mezcla y sacándolo repetidamente. Esto la hará más compacta.

Una vez concluido el vaciado del concreto, y aproximadamente después de unas 3 horas, se deberá rayar la superficie del sobrecimiento con el objetivo de que exista una mejor **adherencia** al mortero de asentado en la primera hilada de ladrillos.

e. Curado del concreto

Una vez que se haya desencofrado, se debe mojar constantemente el sobrecimiento durante los primeros 7 días. Esto nos asegurará que el concreto alcance la resistencia que especifica el plano y ayudará a disminuir las grietas y rajaduras en la superficie.

8.3 DESENCOFRADO DEL SOBRECIMIENTO

Al día siguiente del vaciado, el encofrado puede ser totalmente retirado. En ese momento, se debe inspeccionar que no exista ninguna **cangrejera** de consideración (ver figura 82). Si existiese alguna, habrá que proceder a repararla lo antes posible, pudiendo usar una mezcla de 1 volumen de cemento por 4 de arena gruesa.

Si se tratara de un cimiento armado y la profundidad de la **cangrejera** fuera tal que se viera el fierro de refuerzo, la mezcla de reparación debe ser más rica en cemento, pudiendo usar una proporción de 1 por 3.

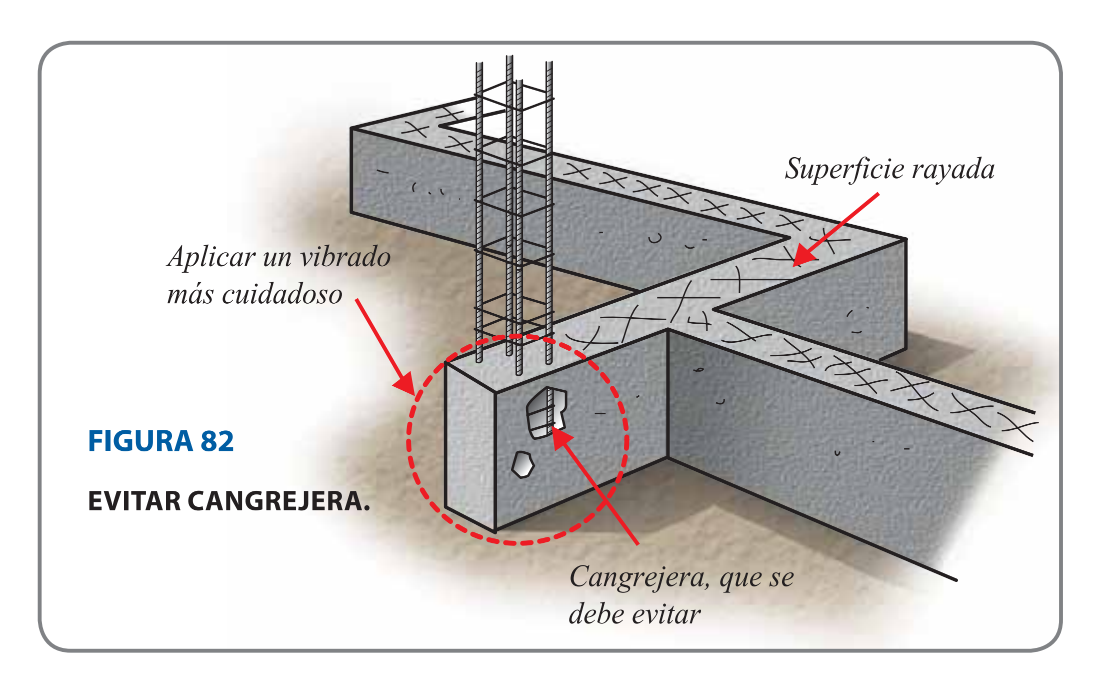


FIGURA 82

EVITAR CANGREJERA.

Consideraciones:

- Se debe poner especial cuidado en la compactación del concreto en las zonas donde van las columnas, debido a que a partir de este nivel hacia arriba, éstas recibirán un concreto de mayor resistencia correspondiente a las columnas.

9. PISO

Frecuentemente, el falso piso se hace al final de todo el proceso constructivo; sin embargo, es mucho mejor construirlo después de los sobrecimientos. Esto nos permite trabajar en forma más limpia y ordenada, mejora el tránsito de la gente y de las carretillas, permite la recuperación de materiales que se caen al piso, como por ejemplo, la mezcla para asentar ladrillos y le da más estabilidad a los puntales y los andamios de trabajo.

El piso generalmente está compuesto por tres capas: el falso piso, el contrapiso y el piso terminado (ver figura 83). Cuando se trata de un segundo o tercer piso, éstos sólo constan del contrapiso y del piso terminado, que se colocan sobre la losa aligerada.

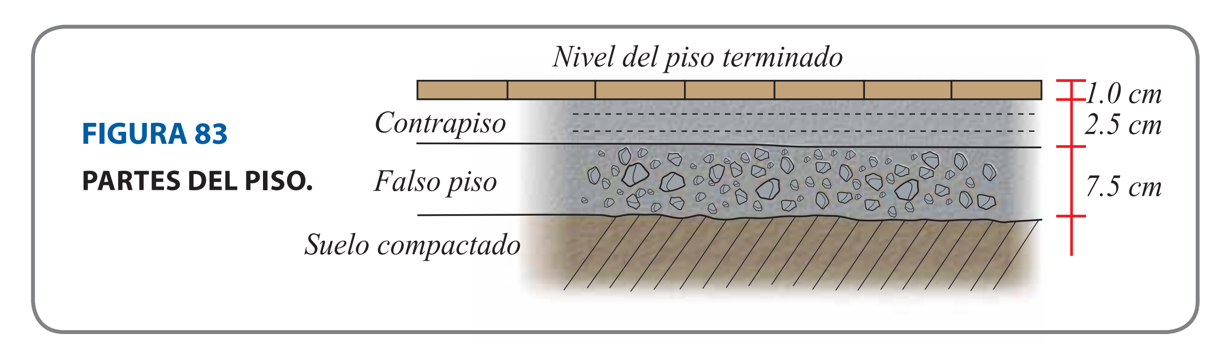


FIGURA 83
PARTES DEL PISO.

9.1 RELLENO

a. Material de relleno

Lo más aconsejable es usar material de afirmado; sin embargo, debido a que este relleno sólo servirá de apoyo al falso piso, se podrá utilizar también el material extraído de las excavaciones de la cimentación, teniendo el cuidado de quitar las piedras con tamaños mayores a 5 cm y los materiales de desmonte, plásticos y basura, si los hubiere.

Este material debe ser humedecido por lo menos con un día de anticipación antes de ser usado. Esto permitirá que el agua penetre, de tal manera que cuando se le manipule hasta su lugar de colocación, esta humedad se uniformice en todo el material.

b. Nivelación

Se deben replantear los niveles respecto de la vereda y se deben colocar los puntos en el terreno. Comúnmente se usan ladrillos asentados con mezcla.

Para calcular el nivel de estos puntos de control del relleno, se debe descontar al nivel del piso terminado, los espesores del piso terminado, del contrapiso y del falso piso, tal como lo indican los planos, lo que aproximadamente suma unos 11 cm. Los niveles y espesores de estas capas se indican en los planos de arquitectura.

c. Compactación

La compactación debe hacerse por capas, con un espesor máximo de 15 cm. Lo ideal es usar una plancha compactadora, pero si no se dispone de una, podremos hacerlo con la ayuda de un pisón (ver figura 84).

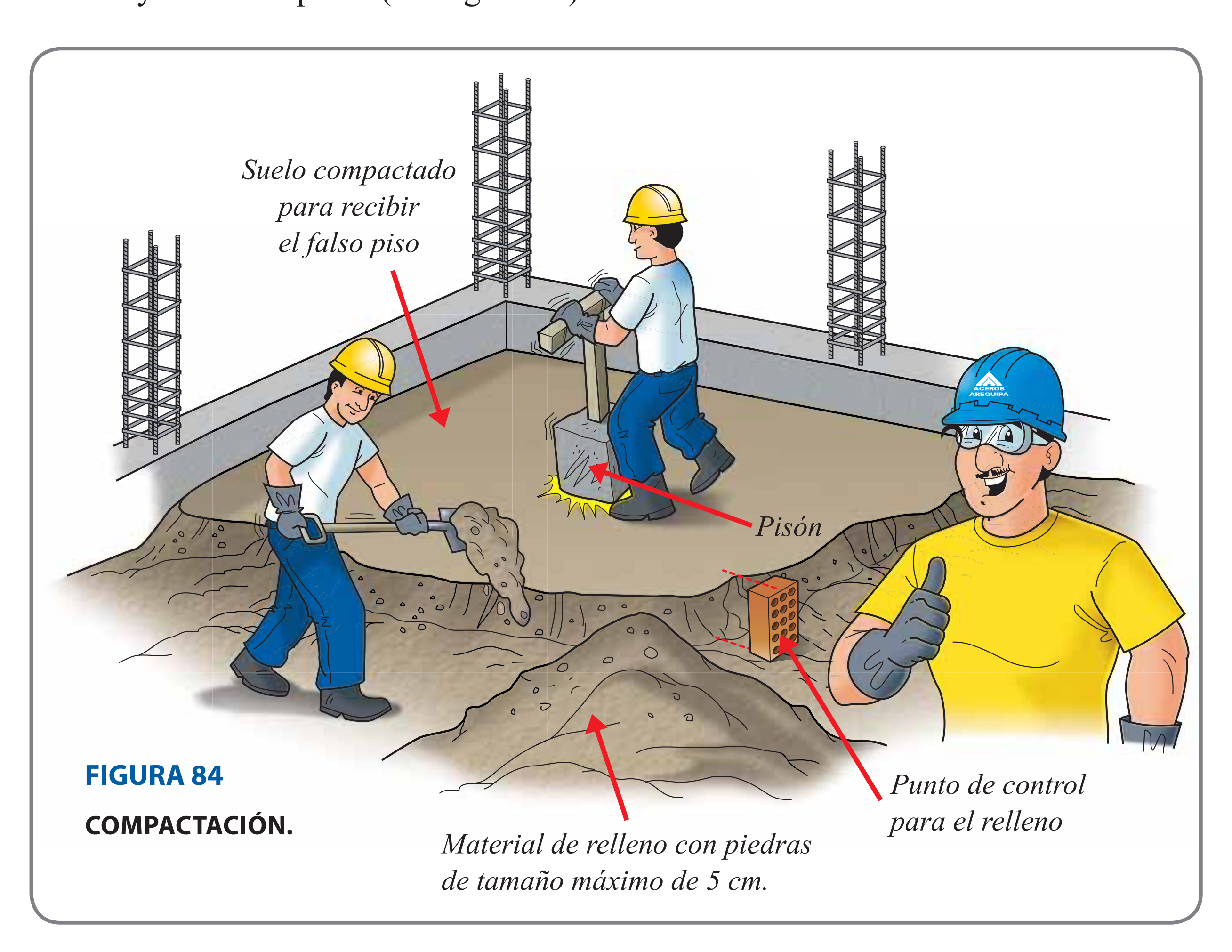


FIGURA 84
COMPACTACIÓN.

La última capa a compactar debe quedar nivelada a la altura necesaria para recibir el falso piso.

Es importante realizar una buena compactación, ya que esto evitará futuros asentamientos de los pisos de la casa.

Una vez realizado los trabajos de relleno, nivelación y compactación, se podrá hacer el vaciado del falso piso.

Consideraciones:

- Durante el proceso de compactación, hay que tener cuidado de no mover los puntos de nivel, ya que de lo contrario se modificarían los niveles.

- Durante el apisonado hay que tener mucho cuidado al soltar el pisón, ya que podríamos impactar los dedos de los pies, causando un grave accidente.

9.2 FALSO PISO

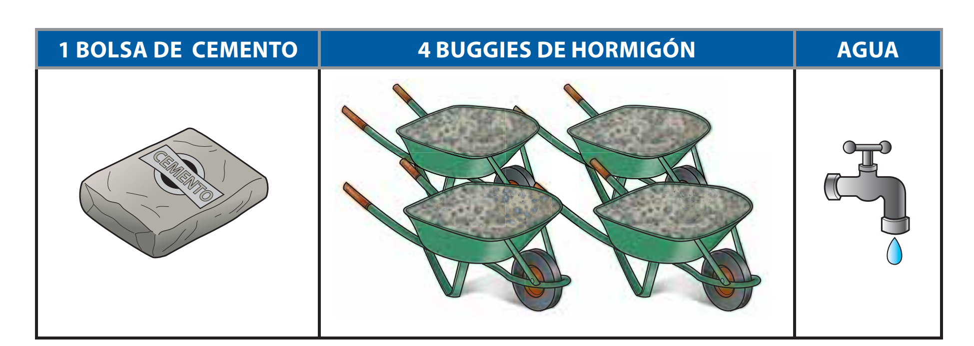
El falso piso es una losa de concreto simple que se encarga de soportar y distribuir las cargas que se aplicarán sobre el piso de la casa.

a. Instalación de las redes de desagüe

Una vez compactado el relleno y antes de vaciar el concreto del falso piso, se debe terminar de instalar y probar la red de desagüe. Luego, se deben proteger las tuberías cubriéndolas con concreto pobre.

b. Preparación del concreto

La preparación del concreto se podrá realizar con la ayuda de una mezcladora o a mano en una superficie lisa y limpia. En cualquiera de los dos casos, la proporción recomendable es de una bolsa de cemento por 4 buggies de hormigón, tal como se ve en la sección 1.12 de este manual. Adicionalmente, se agregará la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.

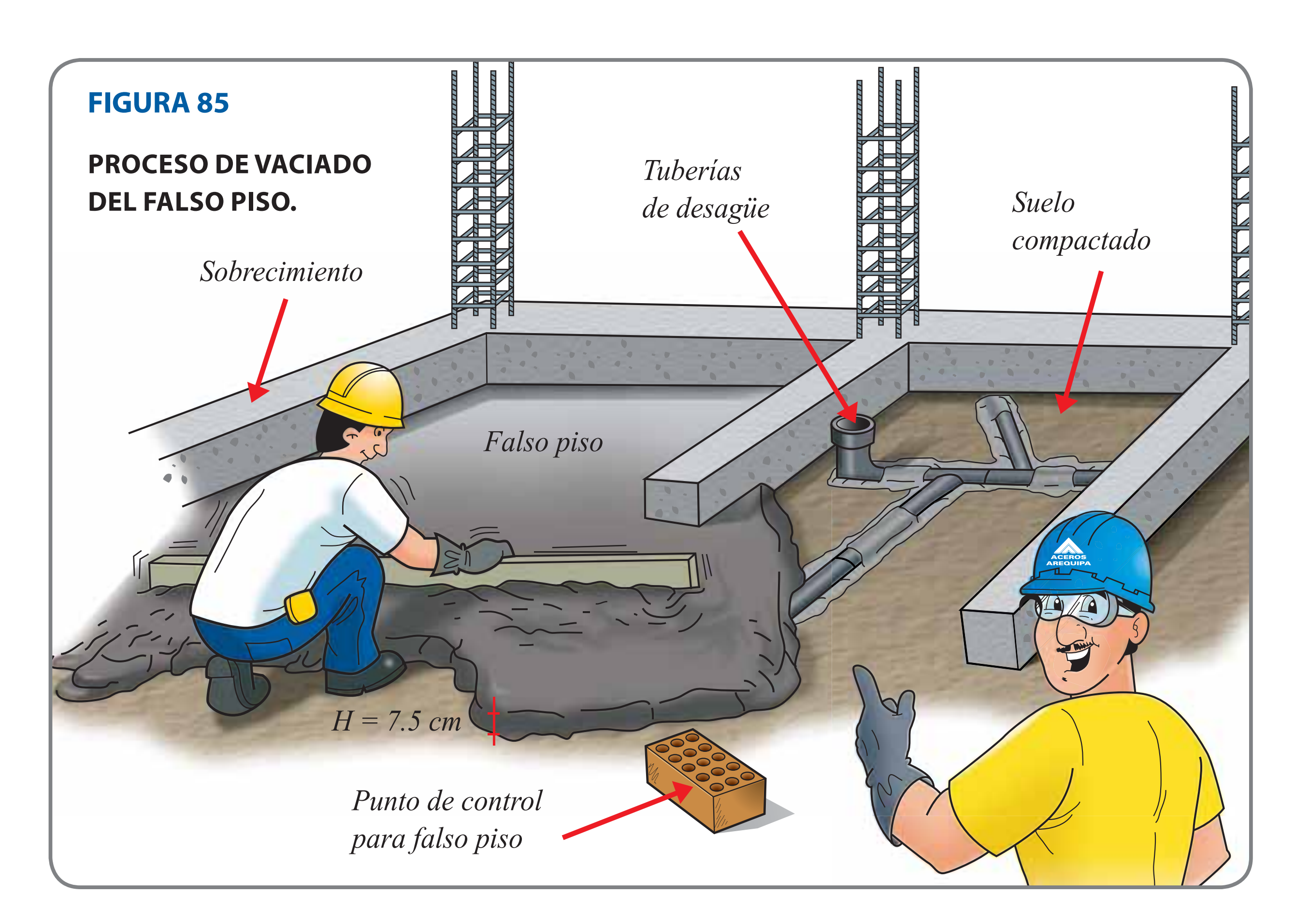


c. Vaciado

Antes de iniciar el vaciado, se deben colocar puntos de referencia que nos permitan controlar el nivel de acabado. Generalmente, el espesor del falso piso es de unos 3” ó 7.5 cm. Igualmente, debemos revisar que la superficie haya quedado libre de desperdicios o de cualquier otro material que pueda contaminar la mezcla.

Mientras se va vertiendo la mezcla sobre la superficie compactada, deberá repartirse rápidamente y de manera uniforme, utilizando una regla de madera que la empareje y apisone, y aprovechando su plasticidad antes de que comience a endurecerse (ver figura 85).

La superficie resultante deberá ser plana, nivelada, algo rugosa y compacta.



d. Curado

Durante los 7 días siguientes al vaciado, deberá mojarse la superficie para contribuir a mejorar la resistencia del concreto y para evitar agrietamientos del falso piso.

Consideraciones:

- El recubrimiento de las tuberías con concreto es muy importante, ya que las protegen de futuros asentamientos. Hay que considerar que una filtración debajo de los falsos pisos no se puede detectar, y que a lo largo del tiempo puede humedecer el suelo de cimentación, disminuyendo su resistencia, sobre todo si el suelo tiene componentes arcillosos.

9.3 CONTRAPISO

El contrapiso tiene por función dejar una superficie totalmente lisa y nivelada, lista para recibir el piso a utilizar. Por este motivo hay que ejecutarlo después de que hayamos acabado todo el casco de la obra, de lo contrario se maltratará.

La preparación del concreto se podrá realizar con la ayuda de una mezcladora o a mano en una superficie lisa y limpia. En cualquiera de los dos casos, la proporción

recomendable es de una bolsa de cemento por 1 1/2 buggies de arena gruesa, tal como se ve en la sección 1.12 de este manual. Adicionalmente, se agregará la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo.



El acabado dependerá del tipo de piso a utilizar. Igualmente, al vaciarlo debemos tomar en cuenta si existen sumideros de desagüe en los cuartos del baño, cocina y patios. En estos casos, se deberá dar al contrapiso una pendiente, que como mínimo deberá ser de 1% (desciende 1 cm cada metro).

Consideraciones:

- Es muy frecuente que después de algún tiempo, algunos contrapisos se despeguen del falso piso. Esto es lo que comúnmente se conoce como "cajoneo", nombre que se le da porque al golpearlos suenan como un cajón. Para evitar esto, es muy importante hacer una buena limpieza del polvo y de las rebabas de concreto que comúnmente quedan en el falso piso, así como el humedecimiento del mismo antes del vaciado del contrapiso.

9.4 OTROS TIPOS DE PISO

Existen diferentes tipos de piso, que no tienen la composición del falso piso ni del contrapiso o del piso terminado. Algunos de ellos, no muy conocidos son:

- **Piso de tierra estabilizada**

  Es el piso más simple. Se prepara compactando la superficie e impregnando el suelo con aceite quemado o petróleo. Este tratamiento permite una superficie lisa y poco permeable que evita su deterioro al contacto con el agua.

- **Piso de suelo - asfalto**

  Proviene de la mezcla compactada de suelo con asfalto en una proporción de 1 volumen de asfalto (RC-250) por 30 partes de suelo. La mezcla debe ser trabajada hasta encontrar una consistencia uniforme, para lo cual el asfalto debe ser calentado antes de hacer la mezcla hasta quedar bien fluido. Es conveniente que el espesor de este suelo sea de 5 cm por lo menos.

- **Piso de suelo - cal**

  Proviene de la mezcla compactada de suelo con cal en una proporción de 1 volumen de cal por 10 de suelo. La mezcla debe ser realizada añadiendo agua hasta encontrar una mezcla consistente, que luego será vaciada al piso y compactada. Es conveniente que el espesor de este suelo sea de 5 cm por lo menos.

- **Piso de suelo – cemento**

  Proviene de la mezcla de cemento con tierra en una proporción de 1 volumen de cemento por 10 de tierra. La mezcla debe ser hecha añadiendo agua hasta encontrar una mezcla consistente, que luego será vaciada sobre el piso y compactada. Es conveniente que el espesor de este suelo sea de 5 cm por lo menos.

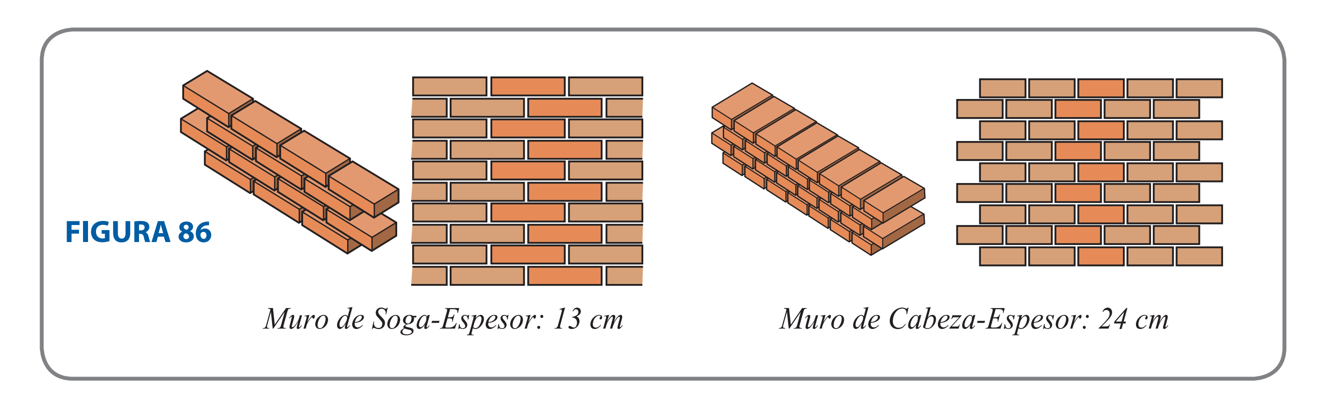
10. MUROS

Tal como se menciona en la sección 1.9, existen dos tipos de muros: los portantes y los tabiques. Los primeros soportan el peso de la estructura y resisten la fuerza de los terremotos, a diferencia de los tabiques que se utilizan para separar ambientes.

Los planos consideran la cantidad adecuada de muros en las dos direcciones, tal como se menciona en la sección "Causas y efectos de los sismos".

Clasificación según el tipo de colocación

Los muros de albañilería se pueden construir colocando los ladrillos de varias formas. Las más utilizadas son: la de soga y la de cabeza (ver figura 86).

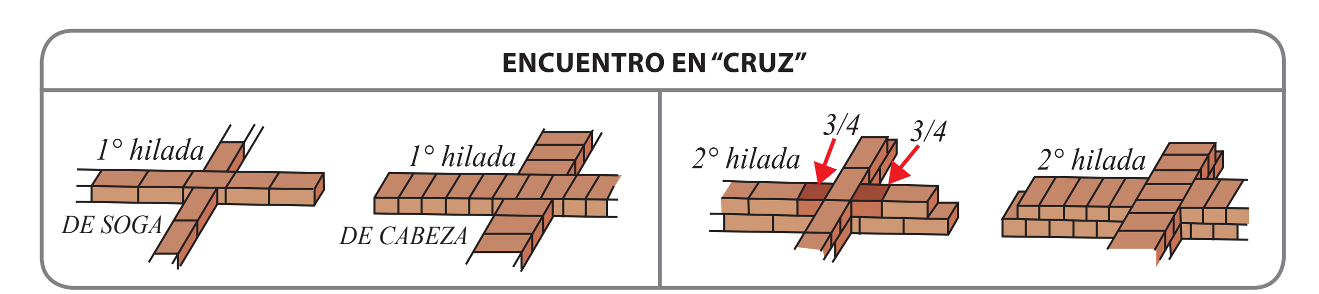

FIGURA 86

Muro de Soga-Espesor: 13 cm   *Muro de Cabeza-Espesor: 24 cm*

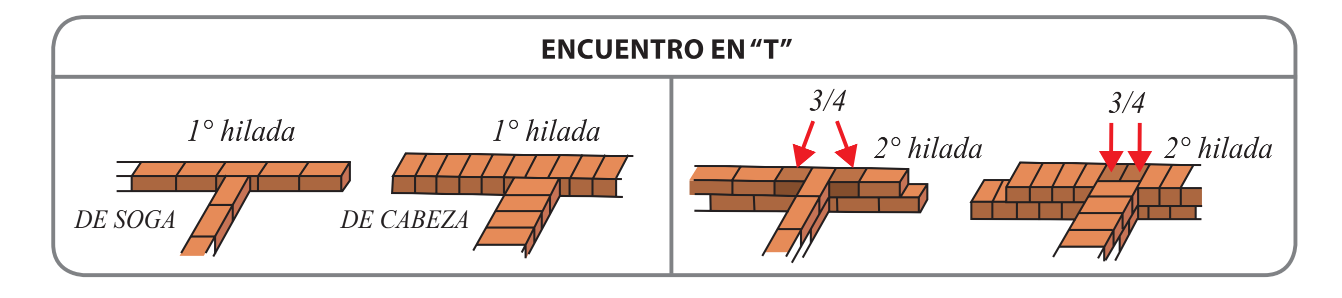
Encuentros más frecuentes

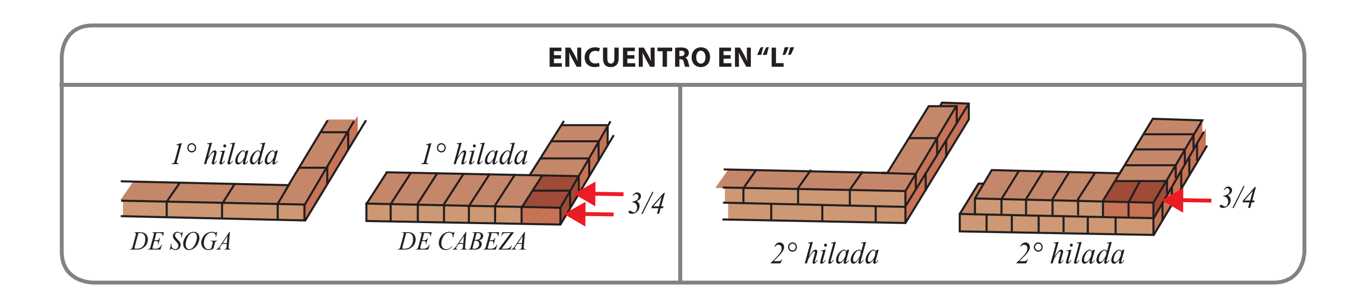
Los encuentros entre hiladas más frecuentes son en "L", en "T" y en "cruz". A continuación, se presentan estos encuentros para los amarres de soga y cabeza:

ENCUENTRO EN "CRUZ"



ENCUENTRO EN "T"





10.1 PREPARACIÓN DE LOS MATERIALES

a. Humedecido del ladrillo

Los ladrillos deben humedecerse antes de su colocación en obra, con lo cual se reduce la capacidad de succión que tiene el material y se evita que el mortero pierda agua al ponerse en contacto con él. De esta manera, se logra una mayor **adherencia** entre el mortero y el ladrillo.

A los ladrillos de arcilla es recomendable regarlos durante media hora, de ser posible el día anterior a la jornada de trabajo, antes de asentarlos (ver figura 87).

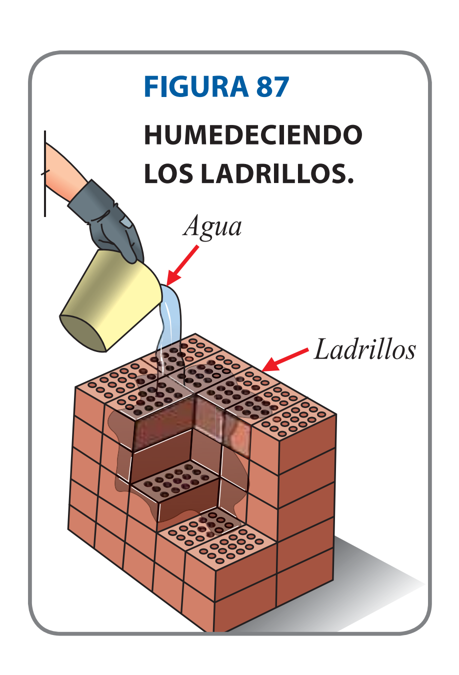


FIGURA 87
HUMEDECIENDO LOS LADRILLOS.

b. Preparado del mortero de asentado

La mezcla de cemento y arena debe hacerse en seco. Luego, esta mezcla se coloca en una batea donde se agrega agua suficiente hasta que sea trabajable. Se debe considerar una proporción de una bolsa de cemento por 1 1/2 buggies de arena gruesa, tal como se vio en la sección 1.12 de este manual.



10.2 CONSTRUCCIÓN DEL MURO

a. Verificación y rectificación del trazo

Cuando el muro se construye a partir del sobrecimiento, debe revisarse primero que la superficie de éste se encuentre limpia y



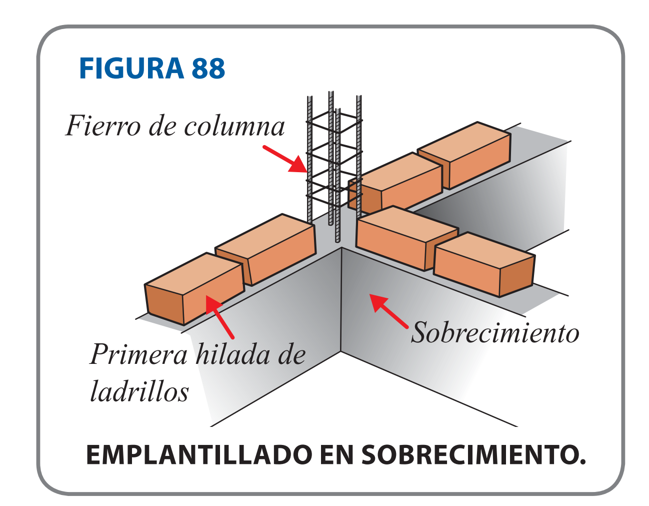
nivelada. Cualquier imperfección deberá ser rellenada con mortero. Luego, se procede a replantear el diseño del sobrecimiento, revisando sus dimensiones y marcando todas las referencias que delimitan la zona donde se va a levantar el muro, así como la posición de las puertas. Para ello es necesario contar con plomada, nivel y cordel.

Cuando el muro se construye a partir de una losa de techo, también se deben marcar los ejes donde se van a construir los muros ayudado de un tiralíneas.

b. Emplantillado*

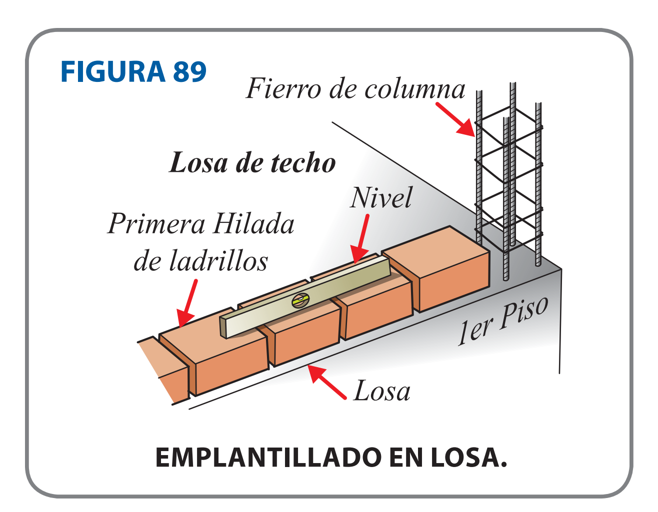
Se denomina **emplantillado** a la primera hilada de ladrillos colocados sobre la superficie. En el primer piso, el emplantillado se hace sobre el sobrecimiento (ver figura 88); en un piso superior, se hace sobre la losa (ver figura 89).

FIGURA 88



EMPLANTILLADO EN SOBRECIMIENTO.

FIGURA 89



EMPLANTILLADO EN LOSA.

El **emplantillado** es muy importante porque garantiza que el muro se construya exactamente sobre los ejes que se especifican en los planos.

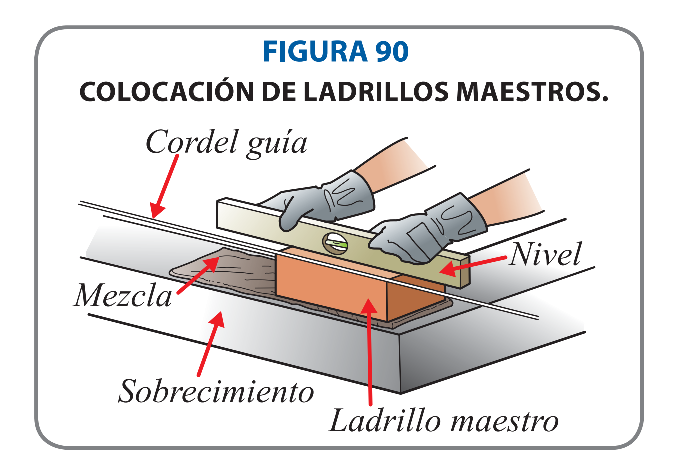
c. Colocación de ladrillos maestros

Se colocan ladrillos maestros en los extremos del muro a levantar. Éstos deben ser ubicados y asentados con toda perfección, es decir, aplomados, nivelados y con la altura de junta correspondiente (ver figura 90).

Posteriormente, se estira un cordel entre los ladrillos maestros para asentar cada

FIGURA 90

COLOCACIÓN DE LADRILLOS MAESTROS.



*(ver glosario)

hilada. Los ladrillos se colocarán haciendo coincidir su borde externo con el cordel, así garantizaremos que todos los ladrillos queden nivelados, alineados y aplomados (ver figura 91).

d. Colocación del mortero horizontal

Con el badilejo se toma una porción de mezcla de la batea y se coloca una capa uniforme en el sobrecimiento o hilada inferior de ladrillos, distribuyéndola en sentido longitudinal. Luego, el exceso de mezcla se limpia con el badilejo (ver figura 92).

No es conveniente extender el mortero en una longitud mayor de 80 cm. De lo contrario, se endurecerá rápidamente, evitando una buena **adherencia** a la hilada superior.

La cantidad de mortero que se coloque debe ser tal que al apretar el ladrillo quede una junta de 1,0 a 1,5 cm de espesor. Espesores mayores pueden debilitar el muro.

e. Colocación del ladrillo

Se coloca el ladrillo en la posición correspondiente, se mueve ligeramente, y se presiona hacia abajo hasta lograr su correcto asentado, cuidando de dejar el espacio adecuado para formar la junta vertical (ver figura 93).

Para afinar el alineamiento y el nivelado del ladrillo con el cordel guía, se le da golpes suaves con el mango del badilejo (ver figura 94).

Una vez terminada la hilada, se vuelve a colocar los ladrillos maestros, se levanta el cordel guía a la siguiente fila y se repiten nuevamente todos los pasos anteriores.

Para garantizar la uniformidad de estos espesores en todo el muro, se usa el escantillón.

FIGURA 91

PROCESO DE NIVELACIÓN DE LADRILLOS EN MUROS.

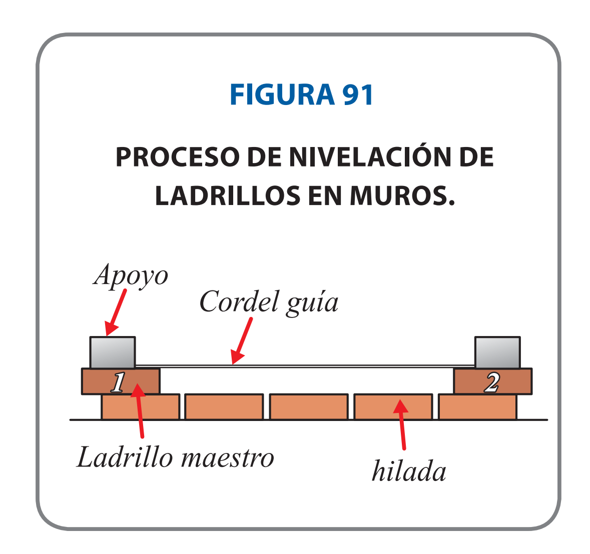


FIGURA 92

DISTRIBUCIÓN DE LA MEZCLA CON EL BADILEJO.

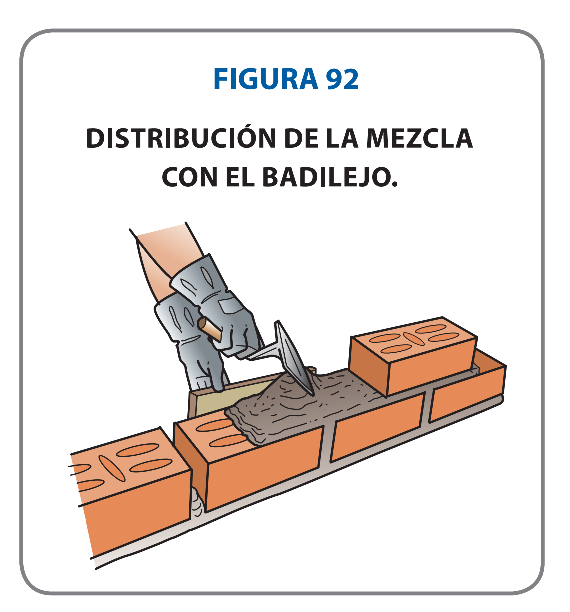
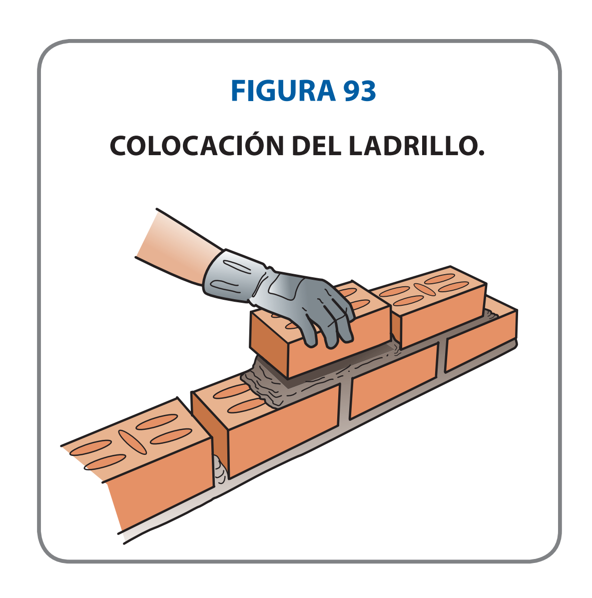


FIGURA 93

COLOCACIÓN DEL LADRILLO.



Esta herramienta nos permite además terminar la altura del muro con hilada de ladrillo entero.

Es importante utilizar el nivel de mano para constatar que los ladrillos queden nivelados en forma perpendicular al eje de referencia.

El espesor del mortero en las juntas verticales debe ser en promedio de 1.5 cm y en las juntas horizontales de 1.0 a 1.5 cm (ver figura 95). Hay que tener presente que las juntas verticales deben quedar en medio del ladrillo de la fila inferior. Esto garantizará un buen amarre de los ladrillos.

Los extremos de los paños que terminan contra una **columna de amarre*** deben quedar “endentados” en 5 cm como máximo.

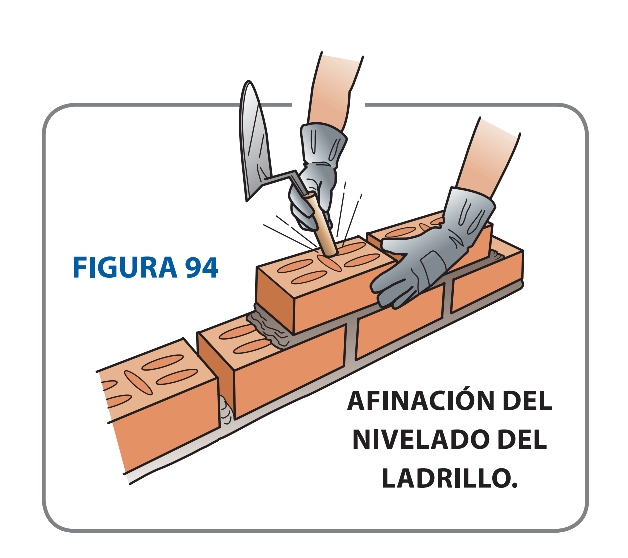


FIGURA 94

AFINACIÓN DEL NIVELADO DEL LADRILLO.

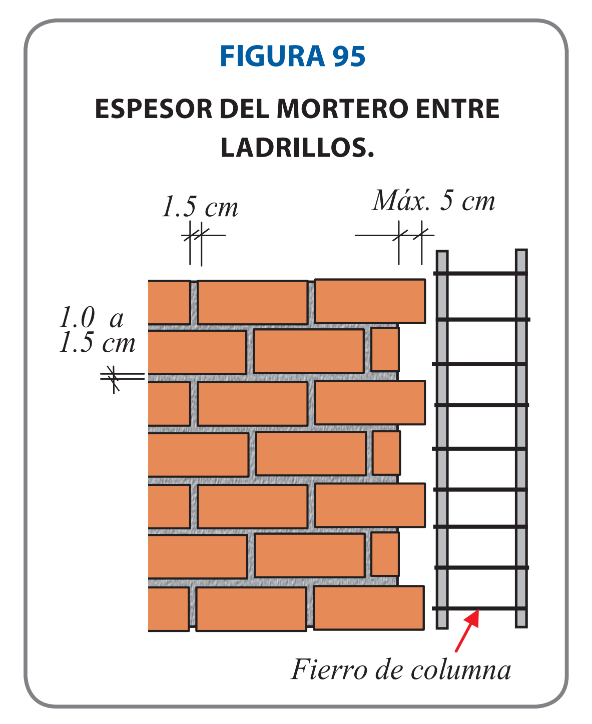


FIGURA 95

ESPESOR DEL MORTERO ENTRE LADRILLOS.

f. Colocación del mortero vertical

Una vez asentado los ladrillos, se procede a colocar el mortero vertical. Se toma una porción de mezcla y se introduce dentro de la junta vertical con la ayuda del badilejo y una pequeña paleta de madera que sirve para contener la mezcla y evitar que caiga al piso. De esta manera, la hilada se encuentra terminada y lista para recibir la siguiente (ver figura 96).



FIGURA 96

COLOCACIÓN DEL MORTERO VERTICAL.

g. Colocación de mechas

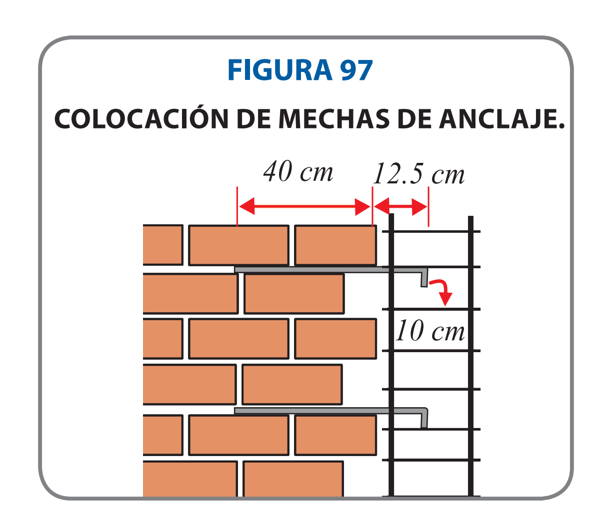
En el caso de que las hiladas de ladrillo terminen a ras y no de manera “endentada”, deberá adicionarse “chicotes” o “mechas” de anclaje, compuestas por varillas de 6 mm de diámetro, que penetren por lo menos 40 cm al interior de la albañilería y 12.5 cm al interior de la columna, terminando en un gancho

*(ver glosario)

de longitud de 10 cm. Estas mechas deben adicionarse cada 3 hiladas (ver figura 97).

FIGURA 97

COLOCACIÓN DE MECHAS DE ANCLAJE.



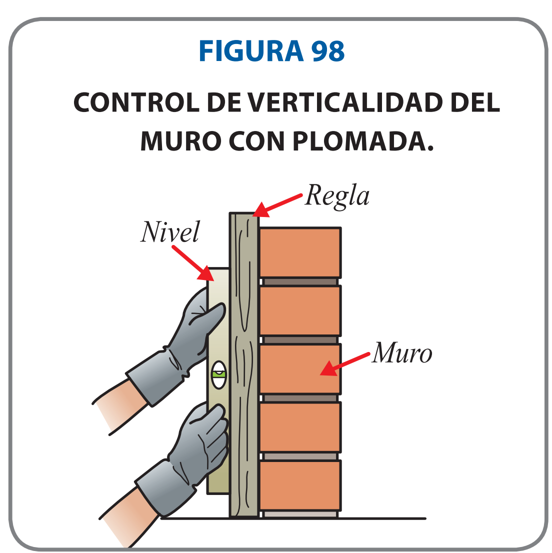
h. Control y verificación

Se controlará la verticalidad del muro mediante el uso de la plomada o de un nivel de mano en varios puntos del muro. No se permitirá un **desplome*** mayor de 4 mm en toda la altura del muro. Se sugiere ir controlando la verticalidad cada 4 hiladas (ver figura 98).

Igualmente se deberá verificar que las hiladas queden horizontales, colocando una regla sobre la última hilada instalada, y sobre la regla, el nivel de burbuja (ver figura 99).

FIGURA 98

CONTROL DE VERTICALIDAD DEL MURO CON PLOMADA.



i. Alturas máximas por jornada

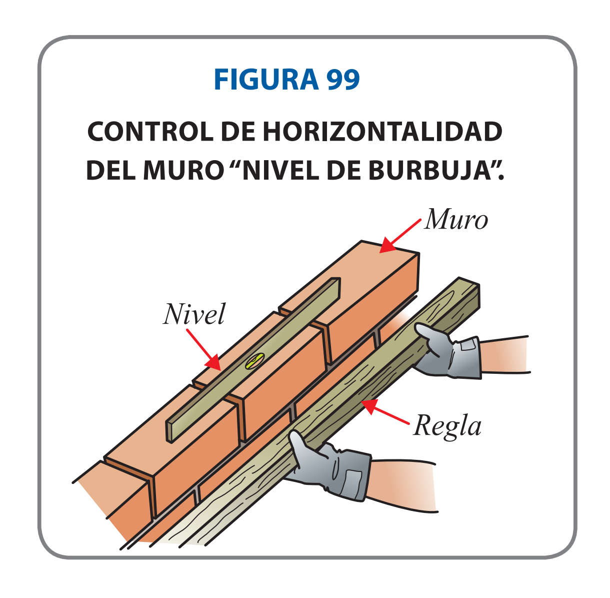
La altura máxima del muro en una jornada de trabajo debe ser de 1.3 m, equivalente a 12 ó 13 hiladas. El resto se completará al día siguiente, de lo contrario las hiladas superiores comprimirán a las inferiores adelgazando las juntas horizontales (ver figura 100).

Además, un muro con mortero fresco de más de 1.3 m de altura es muy inestable y peligroso.

En el asentado del ladrillo hasta 1.3 m, se debe dejar en la última hilada, las juntas verticales rellenas hasta la mitad, para que al día siguiente la otra mitad del muro engrape mejor.

FIGURA 99

CONTROL DE HORIZONTALIDAD DEL MURO "NIVEL DE BURBUJA".



Consideraciones:

- El asentado de ladrillo hasta 1.3 m, se hace parado en el suelo. Para continuar la

*(ver glosario)

construcción por encima de esa altura, se requiere de una plataforma de madera sobre caballetes, de modo que sobre ella se pueda colocar los materiales y permita pararse para completar el muro hasta la altura del techo.

FIGURA 100

NO CONSTRUIR MÁS DE 1.3 m DE ALTURA DE MURO POR JORNADA DIARIA.

Plataforma

Altura máxima por jornada + 1.30 m

Muro

- Es importante tener una "picota" para cortar los ladrillos en la obra. Esta herramienta nos permitirá obtener piezas de distintos tamaños que puedan acomodarse a cada necesidad.

- No se deberá picar los muros de albañilería para instalar tuberías de agua o luz. Una solución es colocar las tuberías en una falsa columna de concreto simple en el muro, en la cual se dejarán conexiones endentadas con mechas de 6 mm de diámetro y una longitud de 1 m.

- No se debe utilizar ladrillos pandereta para la construcción de los **muros portante.**

11. COLUMNAS

Según el tipo de estructura que se emplee en una edificación, las columnas cumplen diferentes funciones. En una casa, hecha con Albañilería Confinada, las columnas cumplen la función de "amarrar" los muros de ladrillo.

11.1 ENCOFRADO DE COLUMNAS

Una vez levantado el muro, se arman los encofrados de las columnas. Éstos servirán de molde durante el vaciado del concreto, dándole las formas y las dimensiones que se especifican en los planos.

Los encofrados son estructuras sujetas a diversos tipos de cargas que pueden tener magnitudes muy considerables.

Son tres las condiciones básicas a tenerse en cuenta en la construcción de encofrados:

- Seguridad
- Precisión en las medidas
- Economía

De estas tres exigencias, la más importante es la seguridad. Frecuentemente, ocurren accidentes en obra ocasionados por la falla de los encofrados y que son producidos principalmente por no considerar la real magnitud de las cargas, por el empleo de madera en mal estado, por secciones insuficientes y por procedimientos constructivos inadecuados.

La calidad de los encofrados también está relacionada con la precisión de las medidas, con los alineamientos y el aplomado, así como con el acabado de las superficies de concreto.

Finalmente, debe tenerse en cuenta el papel de los encofrados en el presupuesto final de la construcción de la vivienda. La correcta selección de la madera, el uso adecuado de la misma y su preservación en la obra, contribuyen notablemente a la reducción de los costos en obra.

a. Habilitación del encofrado

Lo primero que hay que hacer es verificar la existencia en cantidad y calidad de todos los insumos a utilizar, como tableros, barrotes, puntales, etc.

La madera y tablas que han de usarse para los encofrados deberán estar en buen estado, limpias de desperdicios y serán rechazadas si presentan arqueos o deformaciones que perjudiquen la forma final del elemento a vaciar.

Los costados de los encofrados de columnas están formados por tablas de 1” ó de 1 1/2” de espesor y de anchos variables, de acuerdo a las dimensiones de las columnas (por lo general se utilizan anchos de 8”).

Los encofradores empezarán por habilitar la madera, es decir, cortarán y juntarán una pieza con otra, verificando su alineamiento y buen estado (ver figura 101).

Asimismo, las superficies de los encofrados que estarán en contacto con el concreto, serán bañadas de petróleo, con el fin de evitar que la madera se pegue con el concreto endurecido. Esto hará más fácil el desencofrado.

b. Instalaciones empotradas y recubrimientos

Si los planos especifican la ubicación de algunos puntos eléctricos empotrados en las columnas, como por ejemplo las cajas rectangulares para los interruptores y algunas tuberías, estos accesorios deben fijarse de manera adecuada al encofrado o al acero de refuerzo. Así se garantizará su estabilidad durante el vaciado de concreto.

Igualmente, antes de colocar los encofrados, es muy importante verificar que los fierros de las columnas tengan adheridos unos dados de concreto de 2 cm de espesor, que evitarán que se peguen al encofrado. De esta manera, se garantizará que el acero de estas

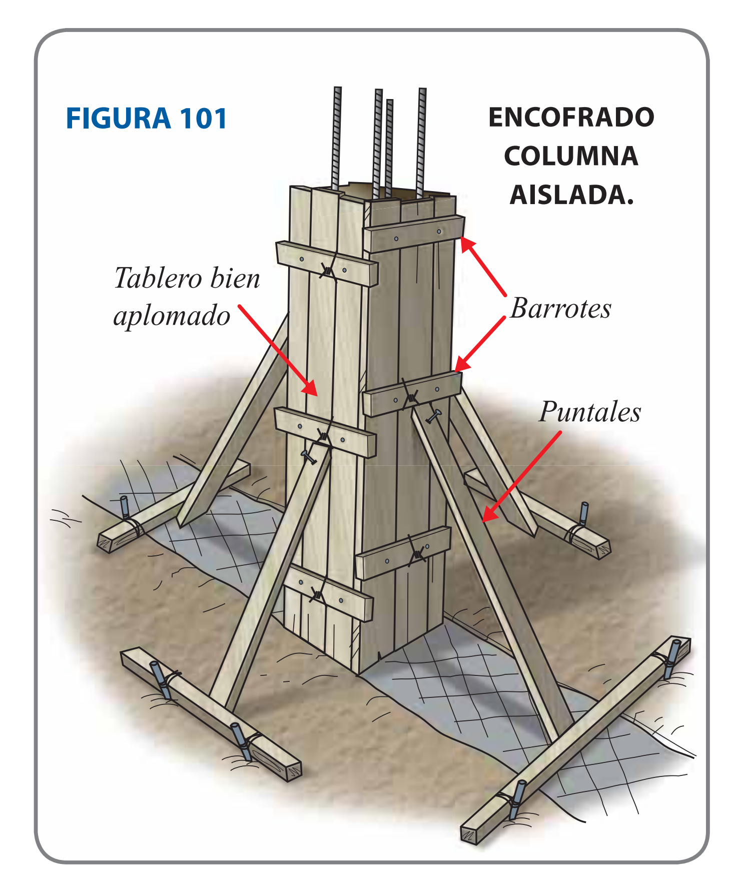


FIGURA 101 ENCOFRADO COLUMNA AISLADA.

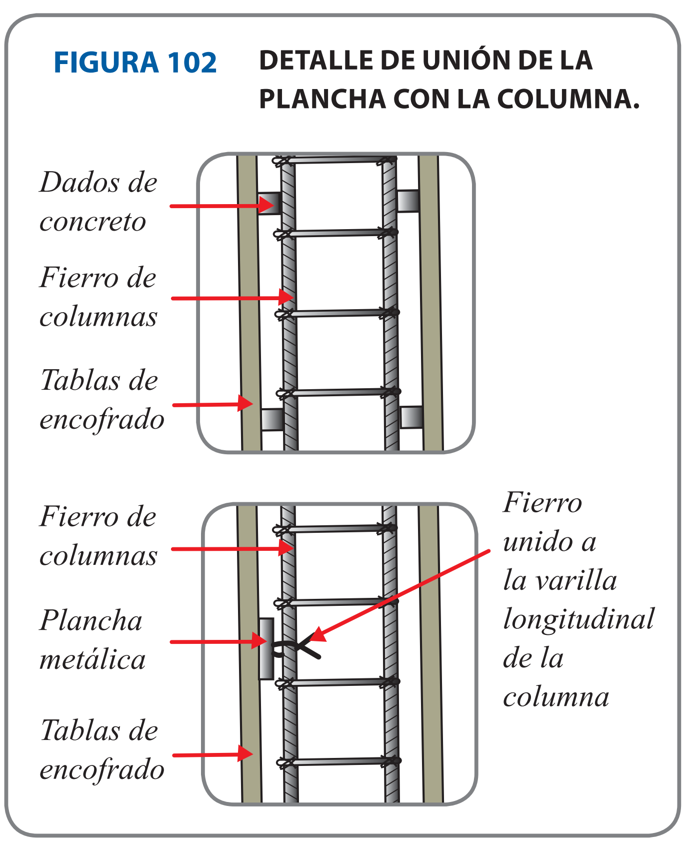


FIGURA 102 DETALLE DE UNIÓN DE LA PLANCHA CON LA COLUMNA.

columnas tenga el adecuado recubrimiento que permita que en el futuro no se oxiden (ver figura 102).

Por lo general, a las columnas ubicadas en las puertas de ingreso metálicas, se les pican y suelda el refuerzo longitudinal de éstas a las rejas de metal. Esto no es conveniente, ya que las varillas de acero nunca se deben soldar. Lo que debe hacerse es colocar un anclaje, que consiste en una plancha metálica con dos varillas de acero. Esta plancha metálica se fija a la columna mediante el amarre de los dos fierros de la plancha a las varillas longitudinales de la columna, antes del vaciado. Posteriormente, cuando se desencofre, se podrá soldar las rejas a la plancha de metal.

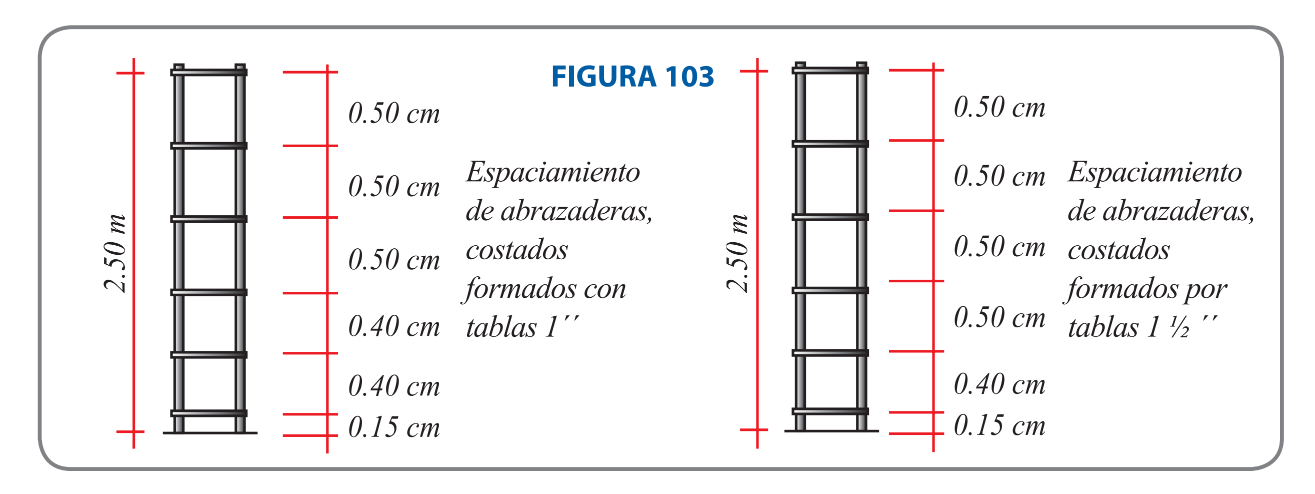
c. Armado del encofrado

Para armar el encofrado, debemos primero replantear el trazo de las columnas con sus correspondientes ejes y dimensiones.

Los tableros que sirven para encofrar la columna estarán unidos por abrazaderas o **barrotes** a cada 50 cm como máximo. Para ello se utilizarán listones de 2” x 4”, 3” x 3” ó de 3” x 4”, en largos que dependen de las dimensiones de las columnas y del sistema de sujeción de abrazaderas que se adopte.

Obsérvese que en los tramos inferiores, las separaciones son más reducidas, ya que la presión que el concreto fresco ejerce es mucho mayor a la de los tramos superiores (ver figura 103).

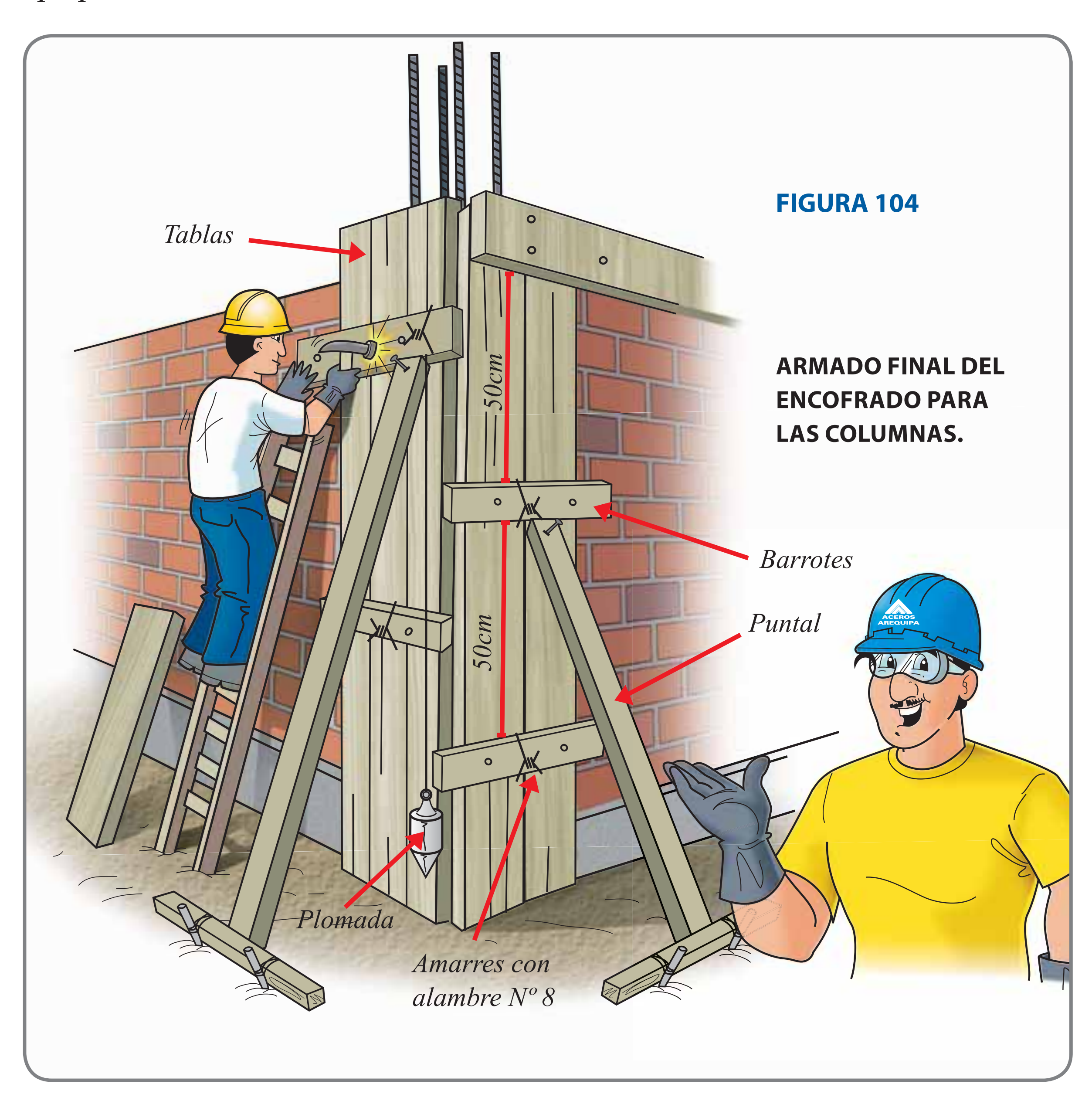
FIGURA 103



Se deberá instalar una plomada a un sitio fijo, para verificación de la verticalidad durante el proceso de vaciado.

Para amarrar los tableros, usamos templadores de alambre negro N°8. No debe quedar espacios vacíos entre el muro y el encofrado por donde pueda escurrirse el concreto durante el vaciado (ver figura 104). Para sellar las juntas entre tablas, se puede utilizar las bolsas de cemento previamente humedecidas.

Cuando se trate de un encofrado en esquina, hay que verificar que sus caras estén perpendiculares con una escuadra.



d. Colocación de puntales

Luego, el encofrado será asegurado contra el piso por medio de unos puntales que pueden ser de 3" x 3", 2" x 4" ó 3" x 4", apoyados en soportes fijados en el suelo o en las correspondientes losas de los entrepisos. Estos elementos, además de asegurar el aplomado de los encofrados, les confieren arriostramiento.

Al terminar el encofrado, es muy importante verificar que haya quedado totalmente vertical. Esto se realiza con la ayuda de la plomada, y cuando se trate de un encofrado

en esquina, se verificará que sus caras estén perpendiculares con una escuadra (ver figura 104).

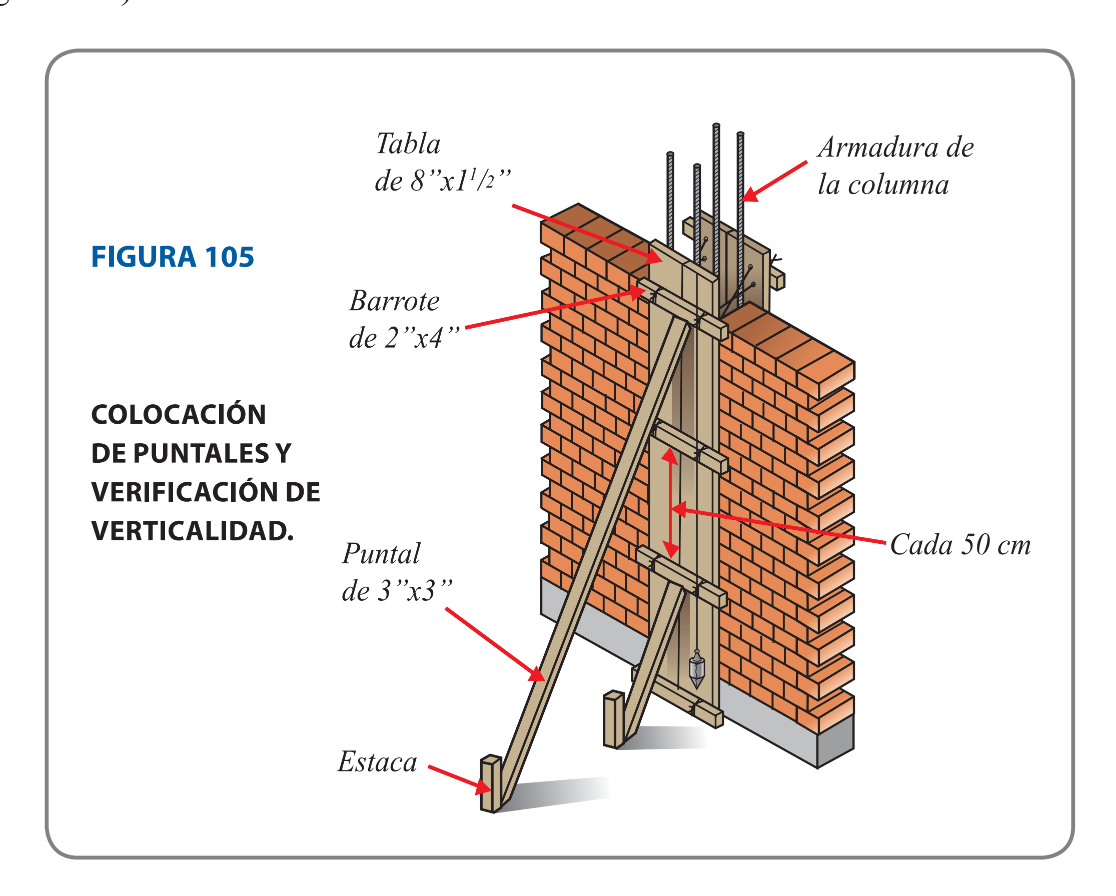


FIGURA 105

COLOCACIÓN DE PUNTALES Y VERIFICACIÓN DE VERTICALIDAD.

Finalmente, se recomienda revisar la zona de trabajo durante el proceso de encofrado, pues es muy frecuente encontrar en el piso maderas con clavos que al pisarlos pueden ocasionar serios accidentes.

Consideraciones:

- Es recomendable almacenar los encofrados en lugares secos y ventilados. No olvidar limpiarlos luego de haberlos utilizado, esto evitará que se arqueen.

- En el caso que se esté encofrando una columna que colinda con el muro de una propiedad vecina, deberá colocarse una plancha de tecknopor para conservar la separación entre las dos propiedades. Esta separación es de mucha importancia, pues permitirá que durante un sismo nuestra vivienda se mueva de forma independiente sin chocar con la vivienda vecina.

11.2 CONCRETO EN COLUMNAS

Antes de efectuar el vaciado del concreto, se deberá humedecer la base de la columna con agua y las paredes del encofrado con petróleo.

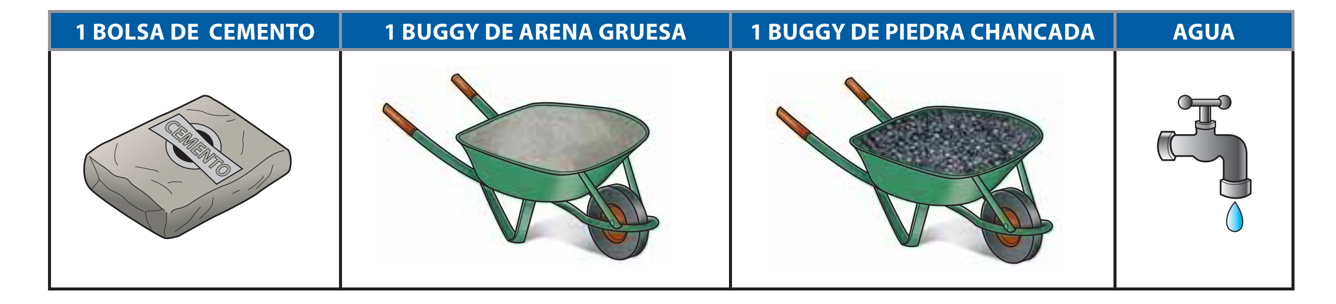
a. Preparación de la mezcla

A diferencia de los otros tipos de concreto, éste debe hacerse de preferencia con una mezcladora, ya que hacerlo de manera manual produce mezclas que no son homogéneas, y que no aseguran una resistencia uniforme.

Para la preparación de la mezcla, se deberá consultar la resistencia que se especifica en los planos. Por lo general, para una casa de 2 ó 3 pisos, la resistencia es de 175 kg / cm^2, esto quiere decir que sobre una superficie cuadrada de concreto de 1 cm de lado, se puede aplicar una carga de 175 kg antes de que se rompa.

La proporción recomendable para obtener esta resistencia es de una bolsa de cemento por un buggy de arena gruesa y un buggy de piedra chancada, además, de la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa y fácil de trabajar.

La cantidad de agua varía de acuerdo a la humedad de la arena y la piedra. Si se encuentran secas, el agua necesaria para una bolsa de cemento podrá ser de unos 40 litros. Si se encuentran totalmente mojadas, bastará con unos 20 litros, tal como se vio en la sección 1.12 de este manual.



Durante el proceso de mezclado, primero deberá ingresar una parte del agua en la mezcladora, antes que el cemento y los agregados. Luego, se echa el resto. Asimismo, el tiempo de mezclado, una vez que todos los materiales han ingresado, no será inferior a dos minutos.

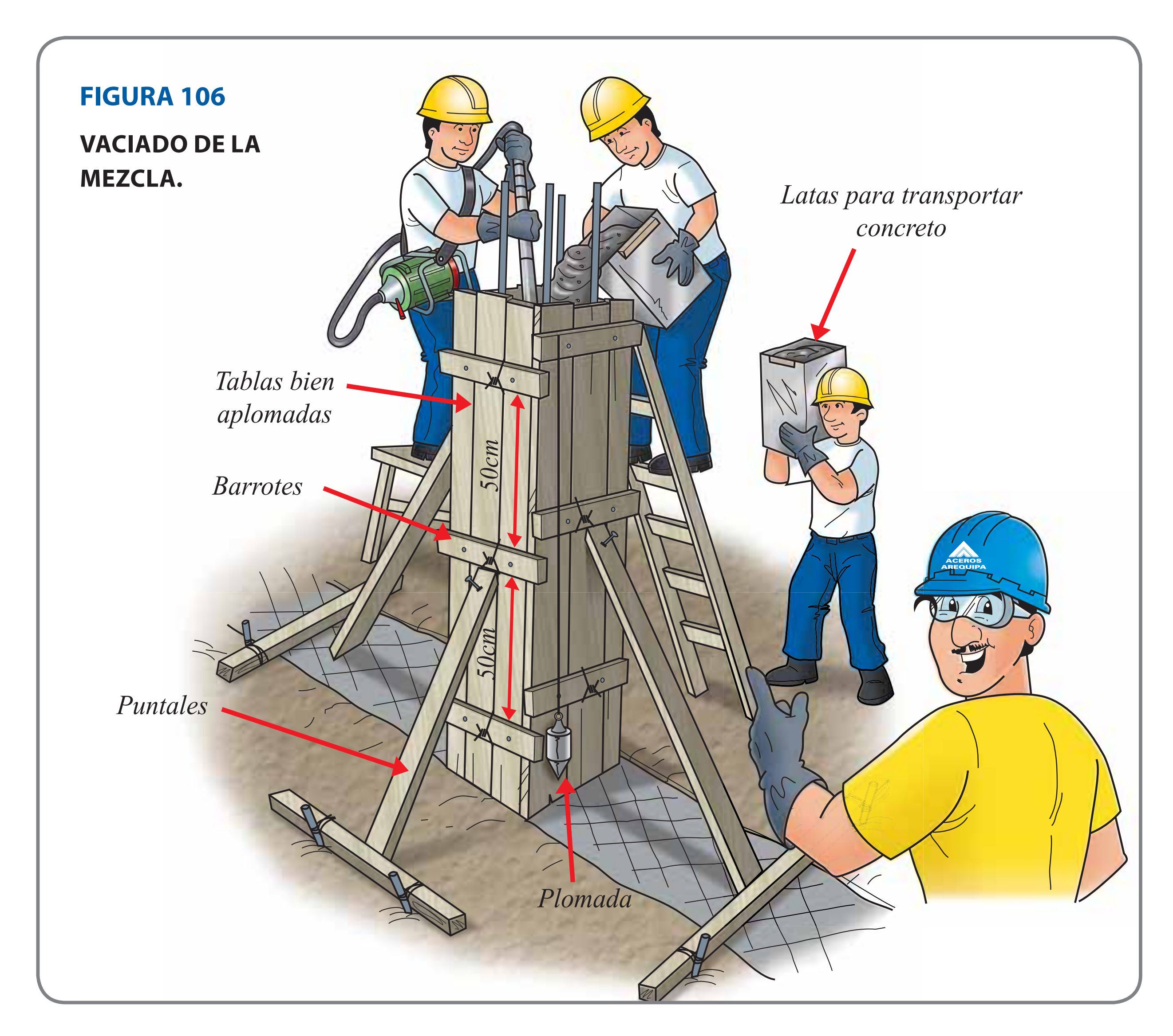
b. Vaciado de la mezcla

Una vez realizada la mezcla, se transportará cuidadosamente mediante buggies o latas, que deberán estar totalmente limpios con el fin de que no contaminen la mezcla. Asimismo, se procurará realizar el transporte en el menor tiempo posible (ver figura 106). Si el transporte se prolonga demasiado y tiene mucho movimiento, puede ocasionar que la mezcla se separe, ya que las piedras tienden a asentarse hacia el fondo.

El concreto que ya ha comenzado a endurecerse, no deberá utilizarse. Tampoco debe agregarse agua adicional para remezclarlo.

FIGURA 106

VACIADO DE LA MEZCLA.



c. Compactación del concreto

El vaciado del concreto debe hacerse de manera continua hasta acabar con la mezcla. Durante este proceso, el concreto debe compactarse adecuadamente. Para esto debe utilizarse una vibradora, si no se cuenta con este equipo, se puede hacer mediante el "chuzeo manual", utilizando un fierro de construcción. Asimismo, se debe golpear el encofrado con el martillo. Todo esto ayudará a eliminar las burbujas de aire y los vacíos que producen **cangrejeras** y reducen la resistencia del concreto.

Consideraciones:

- Generalmente, en la parte inferior de las columnas, hay una mayor concentración de acero debido a que en esta zona hay más **estribos** y es donde se acostumbra ubicar los empalmes. Por eso, en esta zona hay que poner un especial cuidado en la vibración para evitar las **cangrejeras**.

- Igualmente, para las columnas es recomendable usar la piedra menuda (tamaño máximo de 1/2”). Esto evitará que éstas se queden entre los ganchos de los **estribos**.

11.3 DESENCOFRADO DE COLUMNAS

Una vez terminado el vaciado, se debe verificar que el encofrado se haya mantenido completamente vertical. Para esto debemos utilizar la plomada.

Al día siguiente, se puede proceder al desencofrado de la columna e inspeccionar su superficie. Se debe verificar que no existan **cangrejeras** y si hubiera alguna, se deberá proceder a repararla inmediatamente. Antes de rellenarla, es necesario limpiarla con agua limpia, rellenarla con **mortero*** de cemento – arena y acabarla con “frotacho” de madera.

Finalmente, se iniciará el **curado**, el cual se debería prolongar por lo menos durante 7 días. El proceso de **curado** consiste en regar con agua la columna, manteniéndola húmeda. Esto evitará que se formen grietas y fisuras y ayudará a que el concreto alcance la resistencia especificada.

Consideraciones:

- Durante la operación de desencofrado, hay que tener cuidado de no aplicar esfuerzos excesivos, ya que se puede comprometer la resistencia del concreto que aún está fresco.

- Es recomendable verificar que los clavos, utilizados en los bordes de las tablas con el fin de unir los extremos y lograr mayor hermeticidad, no estén clavados a fondo. Ello facilitará el desencofrado y el cuidado de las piezas.

***(ver glosario)**

12. ESCALERAS

La escalera de concreto es una losa dentada e inclinada, que nos permite subir o bajar de un nivel a otro.

Una escalera está conformada por tramos, descansos y barandas. Los tramos están formados por escalones; y los escalones, por pasos y contrapasos (ver figura 107).

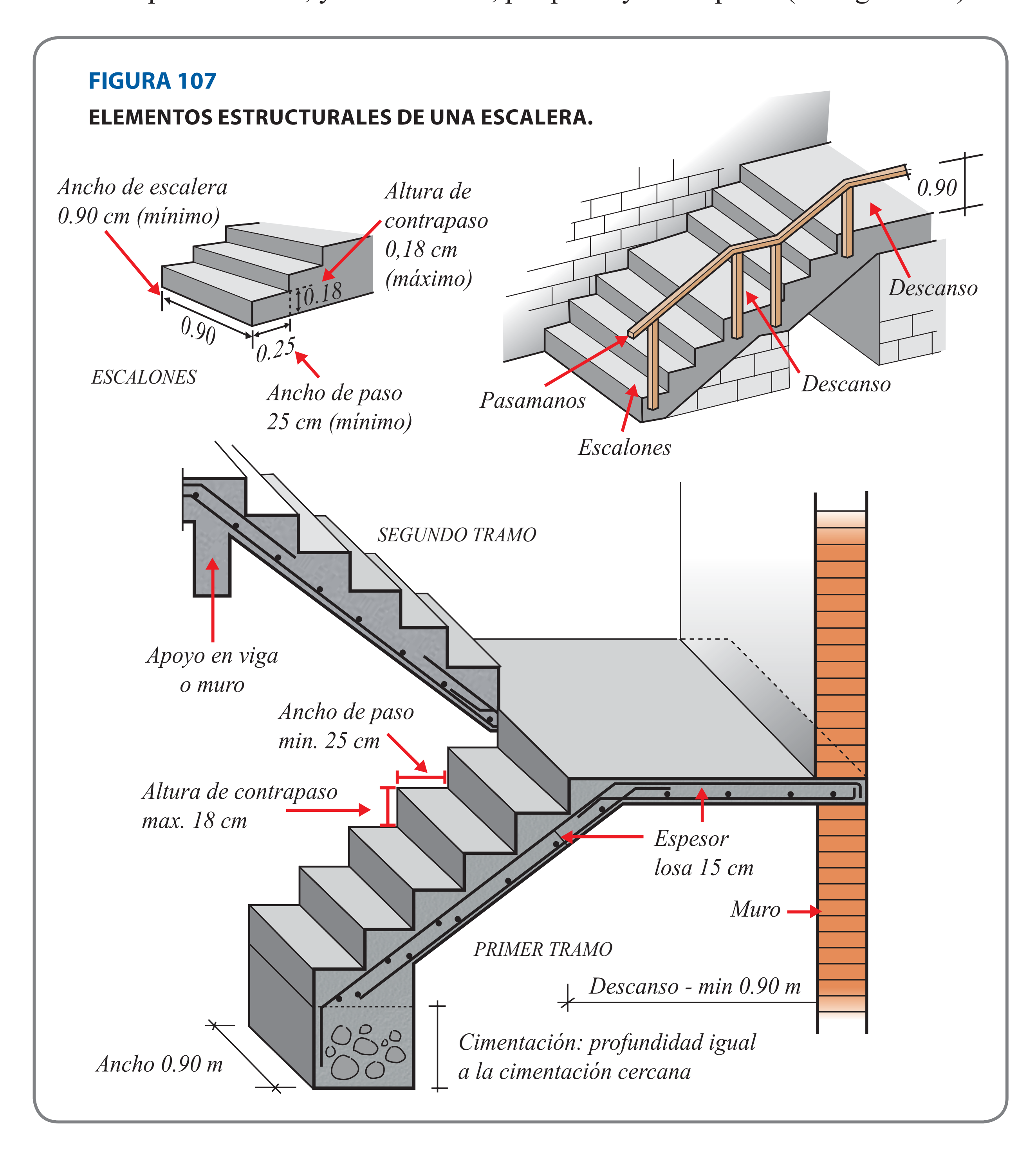


FIGURA 107

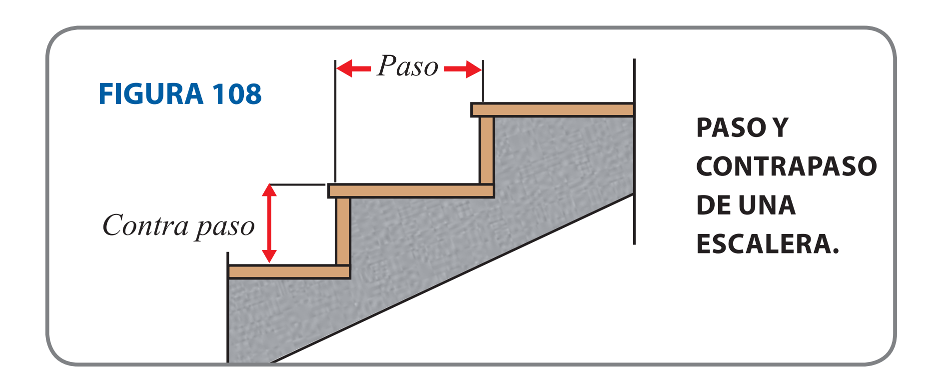
ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE UNA ESCALERA.

Las escaleras pueden ser construidas dentro o fuera de la vivienda y las condiciones que deberán cumplir son las siguientes:

- Las escaleras contarán con un máximo de diecisiete pasos entre un piso y otro. Si el número es mayor, se deberá intercalar un descanso que tendrá como mínimo 0.90 m de longitud.

- En cada tramo de escalera, los pasos y los contrapasos serán uniformes, debiendo cumplir con un mínimo de 25 cm para los pasos y un máximo de 18 cm para los contrapasos (ver figura 108).

FIGURA 108

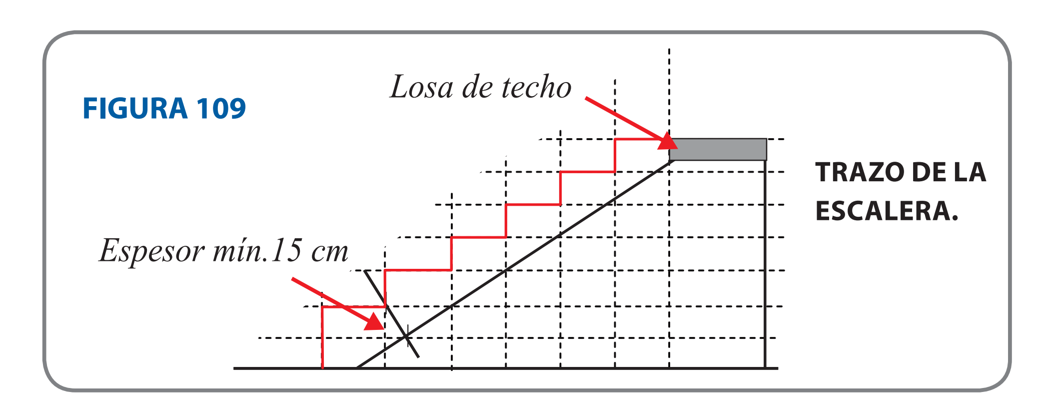


PASO Y CONTRAPASO DE UNA ESCALERA.

12.1 TRAZO DE ESCALERA

Sobre la superficie del muro que se encuentra a un extremo de la escalera, se marca el inicio y el fin del tramo a trazar. A la distancia vertical, se le divide entre el número de contrapasos; y a la distancia horizontal, se le divide entre el número de pasos (ver figura 109). Con estos puntos de referencia y la ayuda de una wincha y un nivel, hacemos el trazo respectivo. Luego se traza el fondo de escalera, teniendo en cuenta que el espesor mínimo es de 15 cm o el que especifique los planos.

FIGURA 109



TRAZO DE LA ESCALERA.

12.2 ENCOFRADO DE ESCALERA

Siguiendo la línea que marca el fondo de la escalera, se arma la rampa que servirá de base para el encofrado.

Luego, se encofran los contrapasos, usando tablas de 1 ½" de espesor que tengan un largo igual al ancho de la escalera.

Estas tablas se deben asegurar con tacos de madera en sus extremos, y además, se debe colocar un listón de refuerzo en el centro de las tablas para que no se curven por la presión del concreto fresco (ver figura 110).

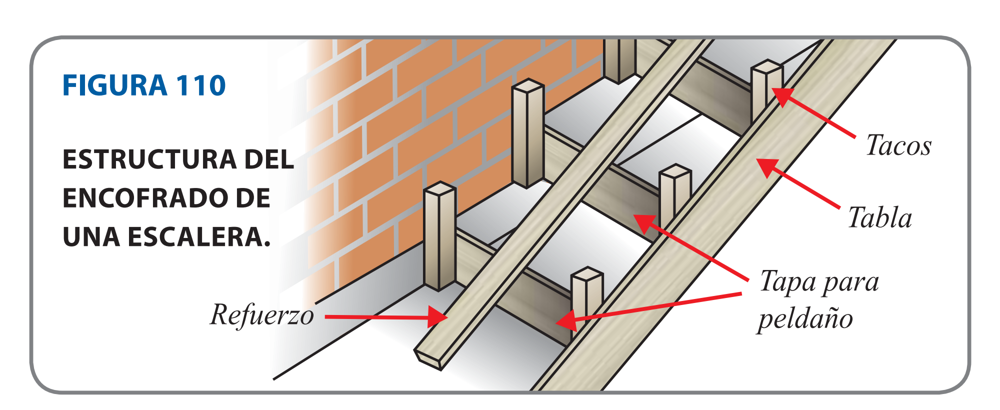


FIGURA 110

ESTRUCTURA DEL ENCOFRADO DE UNA ESCALERA.

12.3 COLOCACIÓN DEL FIERRO DE ESCALERA

Primero se coloca la armadura de acero longitudinal y transversal que va en el fondo de la rampa. Recuerde que debemos colocar dados de concreto que nos garanticen el debido recubrimiento. Luego, se coloca el acero superior, bastones de una longitud que debe estar indicada en el plano de estructuras.

En el extremo inferior y superior de la escalera debe haber "mechas" de acero provenientes de la cimentación o de la losa de techo según corresponda. Éstas deben cumplir con las longitudes determinadas en los planos y servirán para enganchar los refuerzos de la escalera a la estructura del edificio (ver figura 111).

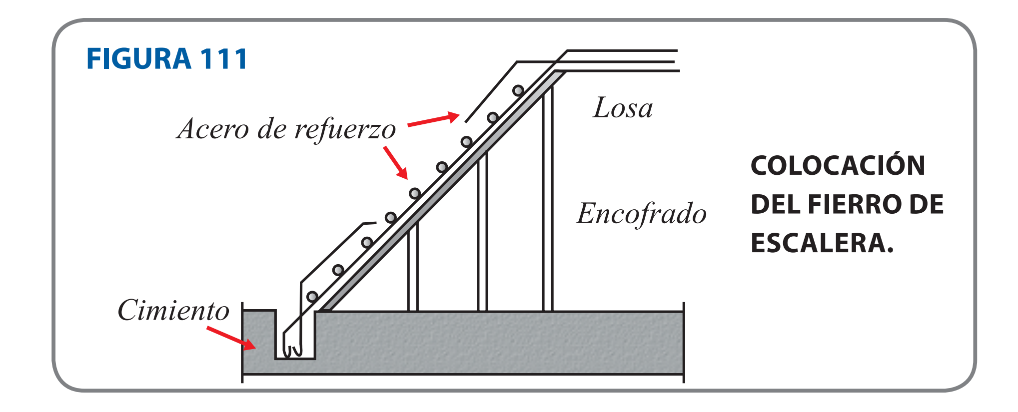


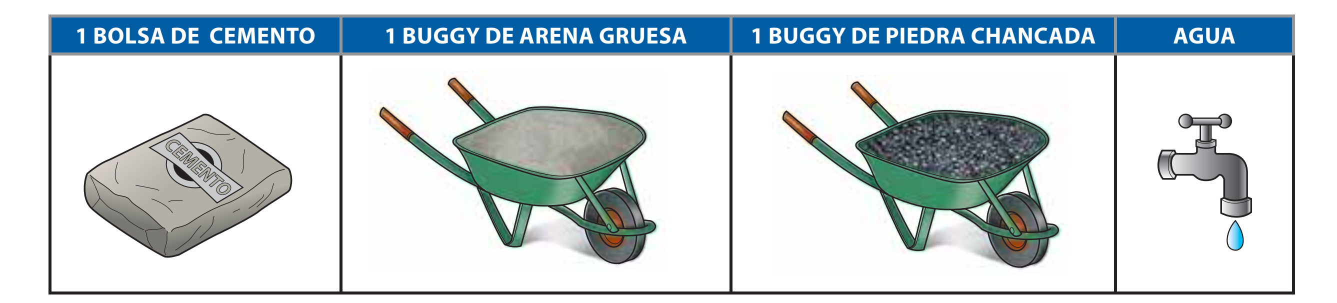
FIGURA 111

COLOCACIÓN DEL FIERRO DE ESCALERA.

12.4 PREPARACIÓN DEL CONCRETO

El concreto a usarse deberá ser de la misma calidad que el de las columnas y el de los techos. La proporción recomendable es de una bolsa de cemento por 1 buggy de arena

gruesa, 1 buggy de piedra chancada y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo, tal como se ve en la sección 1.12 de este manual.



12.5 VACIADO DEL CONCRETO

Antes de iniciar el vaciado, se deberá humedecer con agua el encofrado, esto evitará que la madera seca absorba el agua del concreto.

El transporte del concreto se efectuará mediante latas, que deberán estar limpias para evitar cualquier contaminación de la mezcla.

El concreto se debe empezar a vaciar por la parte más baja y debe terminarse por la parte superior. Si lo hacemos en sentido contrario, el concreto resbalará por la rampa de la escalera, produciéndose una separación de la piedra de la mezcla.

El vaciado debe hacerse de manera continua hasta terminar toda la escalera. Durante este proceso debe compactarse el concreto con una vibradora. En caso de no contar con una, se **chuzará*** con una varilla de acero.

El desencofrado debe hacerse después de 7 días, tiempo durante el cual debemos mojar el concreto con bastante agua para evitar rajaduras y garantizar el buen desarrollo de la resistencia.

Consideraciones:

- Es muy frecuente que no se le dé la debida atención al acabado del concreto en los pasos y contrapasos. Esto puede traer posteriores picados y nivelados que se pueden evitar fácilmente, si se usa un buen encofrado y se pone un poco de esmero en el acabado final.

- Antes del trazo y después del encofrado, es recomendable chequear que las dimensiones de cada una de las secciones de la escalera sean las correctas. Para ello, debemos verificar las alturas de los contrapasos que generalmente son como máximo 18 cm y el ancho de los pasos que son de 25 cm. Un diseño incorrecto ocasionará escaleras demasiado inclinadas, estrechas, largas e incómodas.

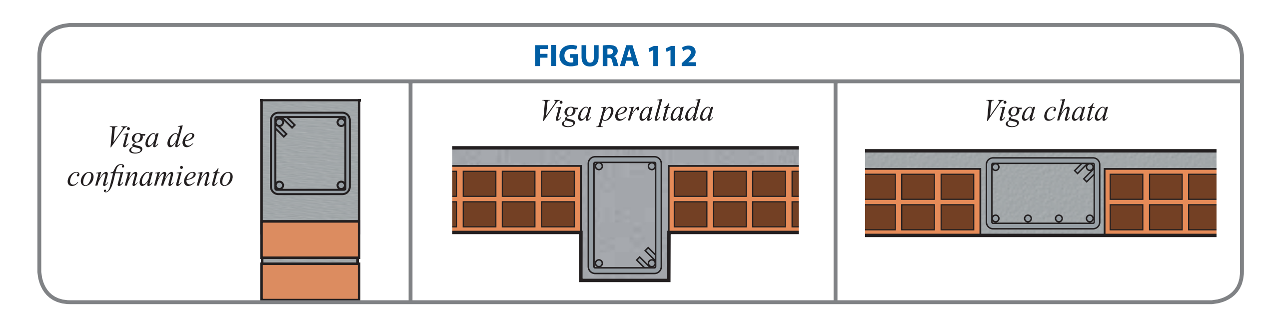
***(ver glosario)**

13. TECHOS

El techo es la parte culminante de la estructura de la vivienda. Se encarga de mantener unidas las columnas, las vigas y los muros, así como la de transmitir el peso de la estructura a éstos. Los techos están compuestos por vigas y losas.

Las vigas pueden ser de tres tipos: de confinamiento, que van apoyadas sobre los muros; peraltadas, cuyo espesor es mayor al de la losa de techo; y chatas, cuyo espesor es igual al del techo (ver figura 112).

FIGURA 112



En cuanto a las losas de techo, también hay varios tipos. Las más conocidas son las aligeradas, que además son las más usadas en la construcción de casas y están compuestas por **viguetas**, losa y algún tipo de material ligero. El más usado es el ladrillo hueco de arcilla.

13.1 ENCOFRADO DE VIGAS

Los elementos principales de los encofrados de vigas son: el fondo del encofrado, los tableros de los costados formados por tablas, **barrotes** y tornapuntas de soporte, y las "T", formada por los cabezales, los **pies derechos*** y las crucetas.

El fondo generalmente está formado por tablas o tablones de 1 1/2" de sección por el ancho que corresponde al ancho de las vigas.

En los tableros de los costados, se emplea tablas de 1" ó de 1 1/2" montadas sobre **barrotes** de 2" x 3" ó 2" x 4" de sección.

Las "T" de madera cumplen la función de soportar las cargas. Los **pies derechos** y cabezales deben tener secciones de 2" x 3" ó 2" x 4" y la altura requerida para alcanzar el nivel del vaciado (ver figura 113).

En primer lugar, se colocarán los **pies derechos** que soportarán el encofrado. Éstos se regulan al contacto con el suelo por medio de cuñas de madera. Por ningún motivo se debe utilizar piedras, cartón o cualquier otro material débil, pues pueden fallar con el peso al que serán sometidos.

*(ver glosario)

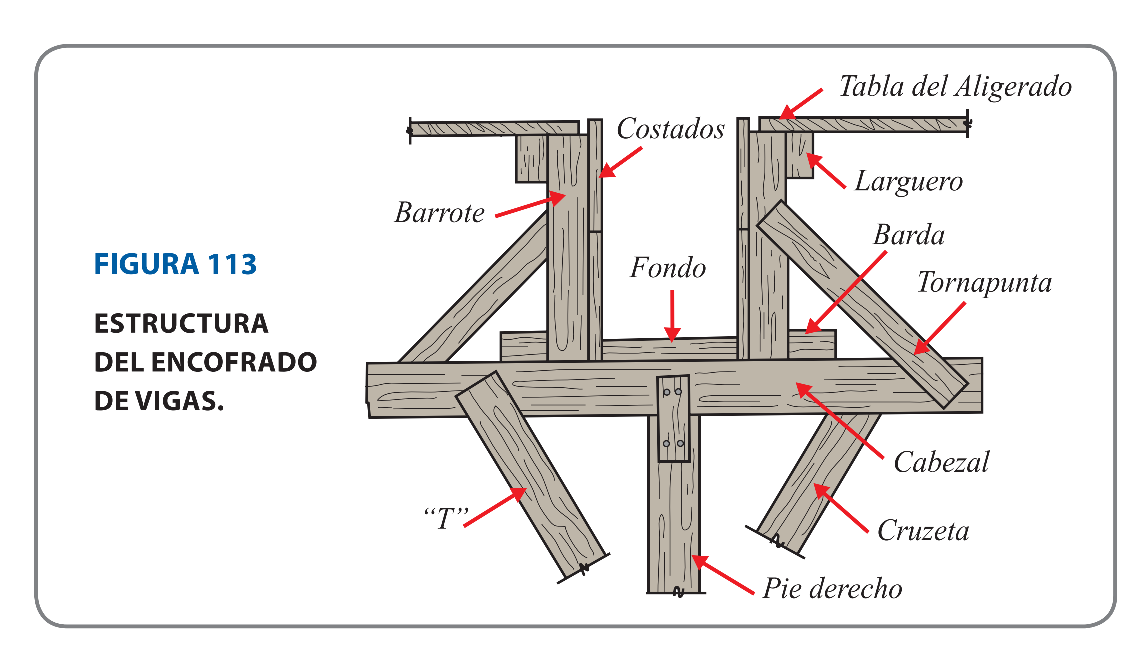


FIGURA 113

ESTRUCTURA DEL ENCOFRADO DE VIGAS.

La distancia entre estos **pies derechos** deberá ser como máximo de 90 cm, de ser mayor se podrían producir hundimientos en el entablado (ver figura 114).

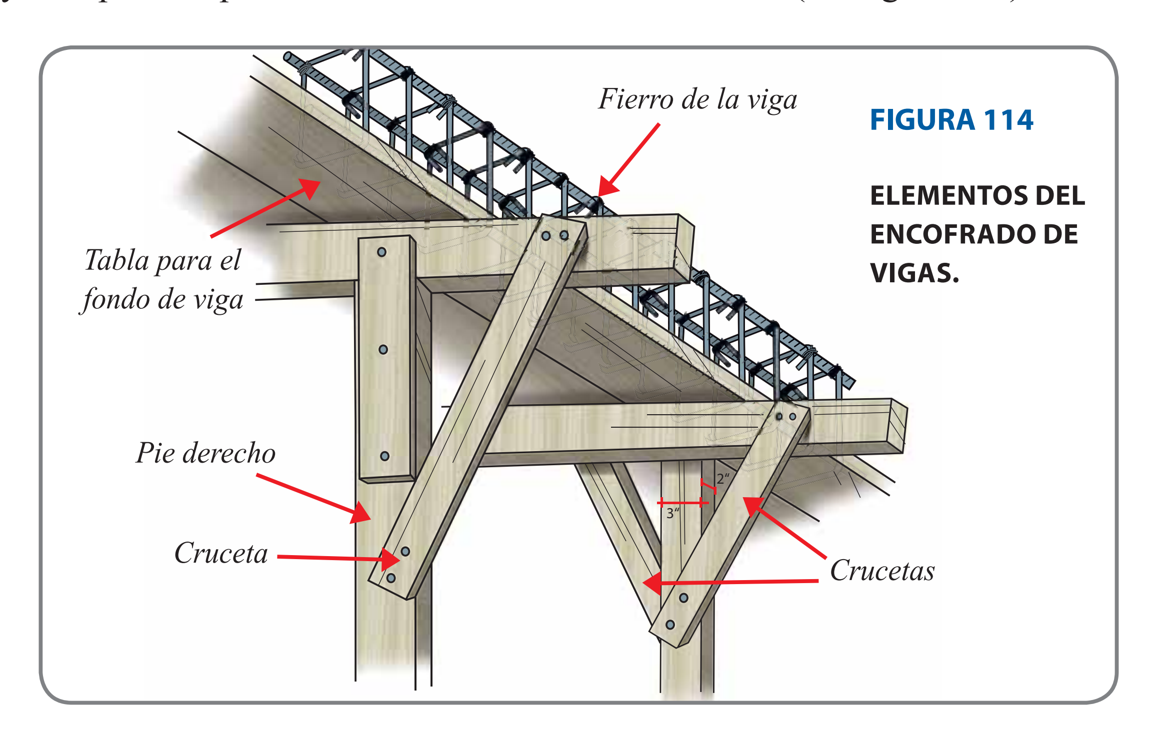


FIGURA 114

ELEMENTOS DEL ENCOFRADO DE VIGAS.

Los tablones o tableros de los costados, que servirán para dar forma a la sección de viga, contarán con espaciadores de madera y pasadores de alambre N° 8 (ver figura 115). Con estos dos elementos se garantiza que el ancho de las vigas sea el que se especifica en los planos.

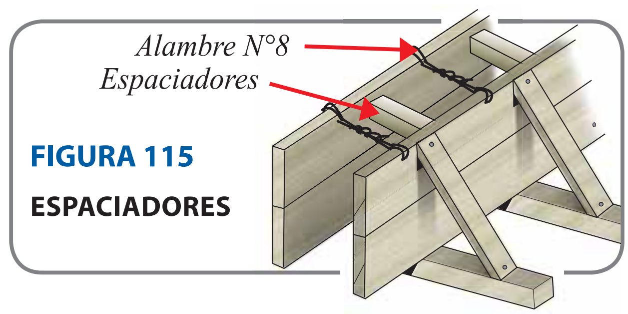


FIGURA 115

ESPACIADORES

Los **barrotes,** que sirven de apoyo a los tablones de los costados de la viga, serán soportados por elementos diagonales llamados tornapuntas, que los arriostran con los cabezales de las “T” .

Una vez armado el encofrado, debe verificarse que esté perfectamente horizontal. Para eso, contamos con la ayuda de un nivel de mano.

Consideraciones

- Antes de empezar a encofrar, se deberá verificar que la superficie del suelo sobre la cual se apoyarán los puntales, esté bien compactada y tenga de preferencia falso piso. De esta manera, evitaremos que los puntales se hundan y desnivelen el encofrado.

- No es recomendable usar **pies derechos** que estén conformados por piezas de madera empalmadas, ya que los empalmes podrían fallar durante el vaciado y producir hundimiento del encofrado y posibles accidentes.

13.2 ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA

Tal como se mencionó, el techo aligerado está constituido por **viguetas**, losa y ladrillos huecos, como muestra la figura 116:

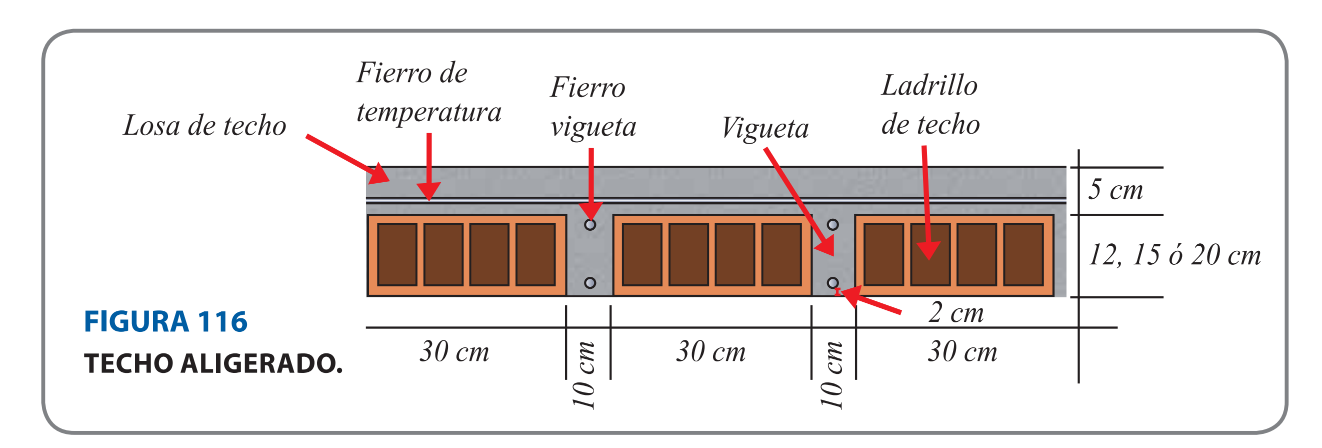


FIGURA 116
TECHO ALIGERADO.

Los ladrillos para techos generalmente miden 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los techos y que pueden ser de 12 cm, 15 cm ó 20 cm.

Según el espesor de la losa aligerada indicada en los planos, el alto de los ladrillos debe ser 5 cm menor que el espesor del techo propuesto. Por ejemplo, si se trata de aligerado de 25 cm, el alto de los ladrillos será de 20 cm.

Una losa aligerada que tiene un espesor de 20 cm soporta en 1 m^2, un peso de 300 kg aproximadamente. Asimismo, para un espesor determinado de losa tenemos los

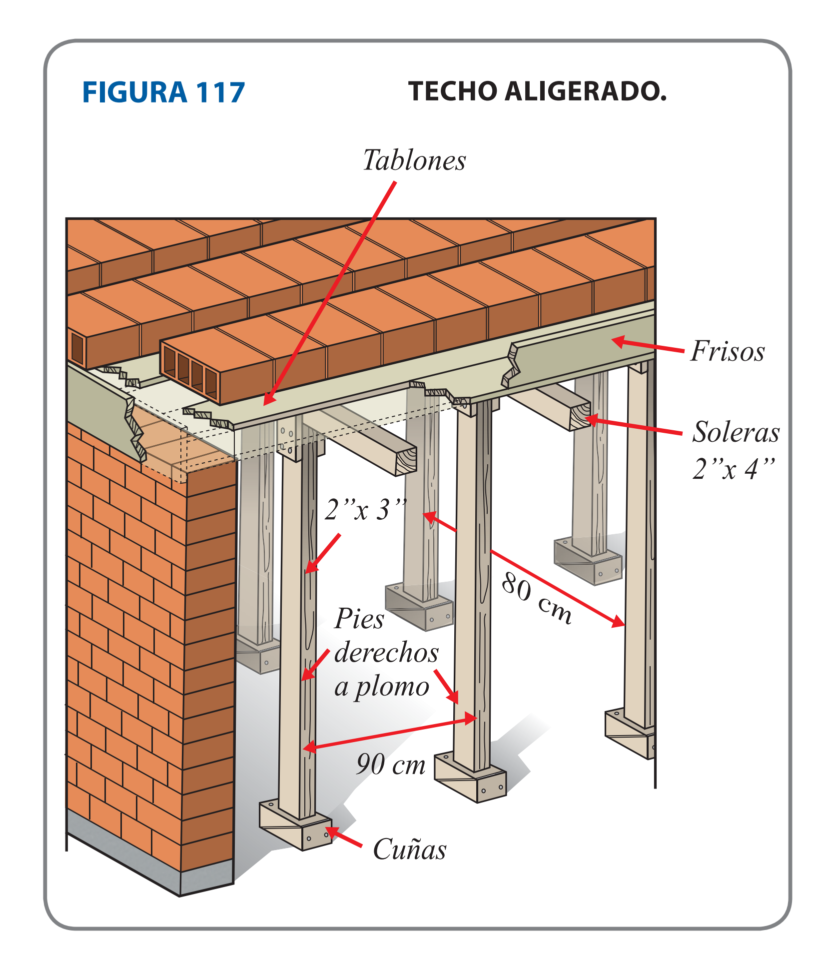
siguientes pesos. (Estos valores no consideran el peso de los trabajadores y herramientas durante la construcción).

Espesor de losa (cm)	kg/m²
17	270
20	300
25	350
30	400

Los encofrados de las losas aligeradas están constituidos por (ver figura 117):

- Tablones de 1 1/2" de espesor por 8" de ancho mínimo.
- **Soleras** de 2" x 4" de sección.
- **Pies derechos** (o puntales) de 2" x 3" de sección.
- Frisos de 1 1/2" de sección, en alturas variables, según el espesor del techo aligerado.

FIGURA 117 **TECHO ALIGERADO.**



Para armar el encofrado será necesario contar con **soleras** corridas soportadas por **pies derechos** espaciados como máximo a cada 90 cm.

Luego, se procederá a colocar los tablones sobre las **soleras** (en sentido contrario a éstas). Estos tablones servirán para apoyar los ladrillos y para ser fondo de encofrado de las **viguetas**, por tal motivo el espacio entre los ejes de tablón a tablón será de 40 cm.

Para delimitar el vaciado del techo, se colocarán frisos en los bordes de la losa, con una altura igual a su espesor.

Finalmente, por seguridad, se colocarán refuerzos laterales en los puntales o **pies derechos** que soportan el encofrado. Se recomienda que éstos vayan extendidos horizontalmente y amarren todos los puntales en la parte central de los mismos.

Consideraciones

- Al igual que en las vigas, para regular la altura de los **pies derechos** al contacto con el suelo, no deben usarse piedras ni cartón o cualquier otro material débil, pues pueden fallar con el peso al que serán sometidos.

- Los **pies derechos** deben estar en posición vertical y no inclinados para que puedan funcionar adecuadamente en el apuntalamiento del techo.

- Una vez armado el encofrado, debe verificarse que esté perfectamente horizontal. De lo contrario, después se tendrá que corregir por un lado con el tarrajeo del cielo raso, y por otro, con el contrapiso del nivel superior y ocasionará gastos innecesarios.

13.3 FIERRO EN VIGAS

Los planos de estructuras especificarán las medidas de los cortes y de los doblados de las barras longitudinales y de los **estribos** de las vigas.

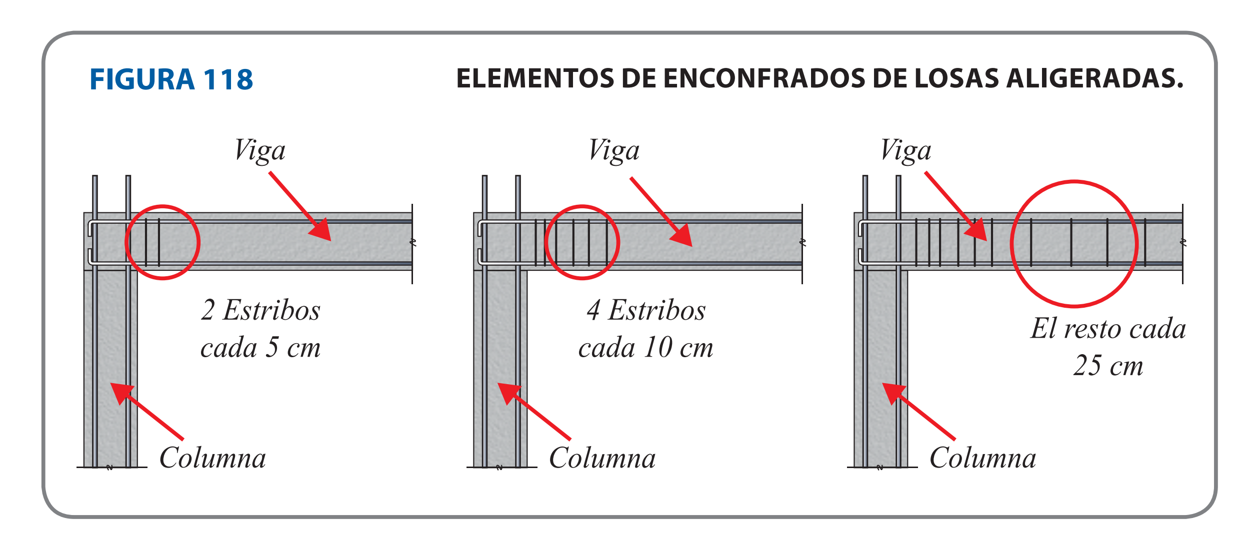
Durante la instalación de la armadura, debe verificarse que los diámetros de las varillas utilizadas concuerden con el plano de estructuras. También, debe comprobarse que el espaciamiento de los **estribos** sea el indicado, en especial en las zonas pegadas a las columnas, ya que allí siempre se especifica una mayor concentración.

Por ejemplo, si el plano dice:

2 @ 0.05, 4 @ 0.10 y resto @ 0.25 c/ext.

Esto significa que los **estribos** se deben de colocar de la siguiente manera:

FIGURA 118 **ELEMENTOS DE ENCONFRADOS DE LOSAS ALIGERADAS.**



También se debe revisar que las armaduras de fierro no choquen en ningún punto con sus encofrados. Esto garantizará que después del vaciado, las piezas de fierro tengan

el debido recubrimiento de concreto. Para esto, se deben usar dados de concreto que permitan los siguientes recubrimientos (ver figura 119):

- En vigas de confinamiento, el recubrimiento debe tener 3 cm.
- Para las vigas peraltadas, este recubrimiento deberá ser de 4 cm.
- Para las vigas chatas, bastará con 2 cm.

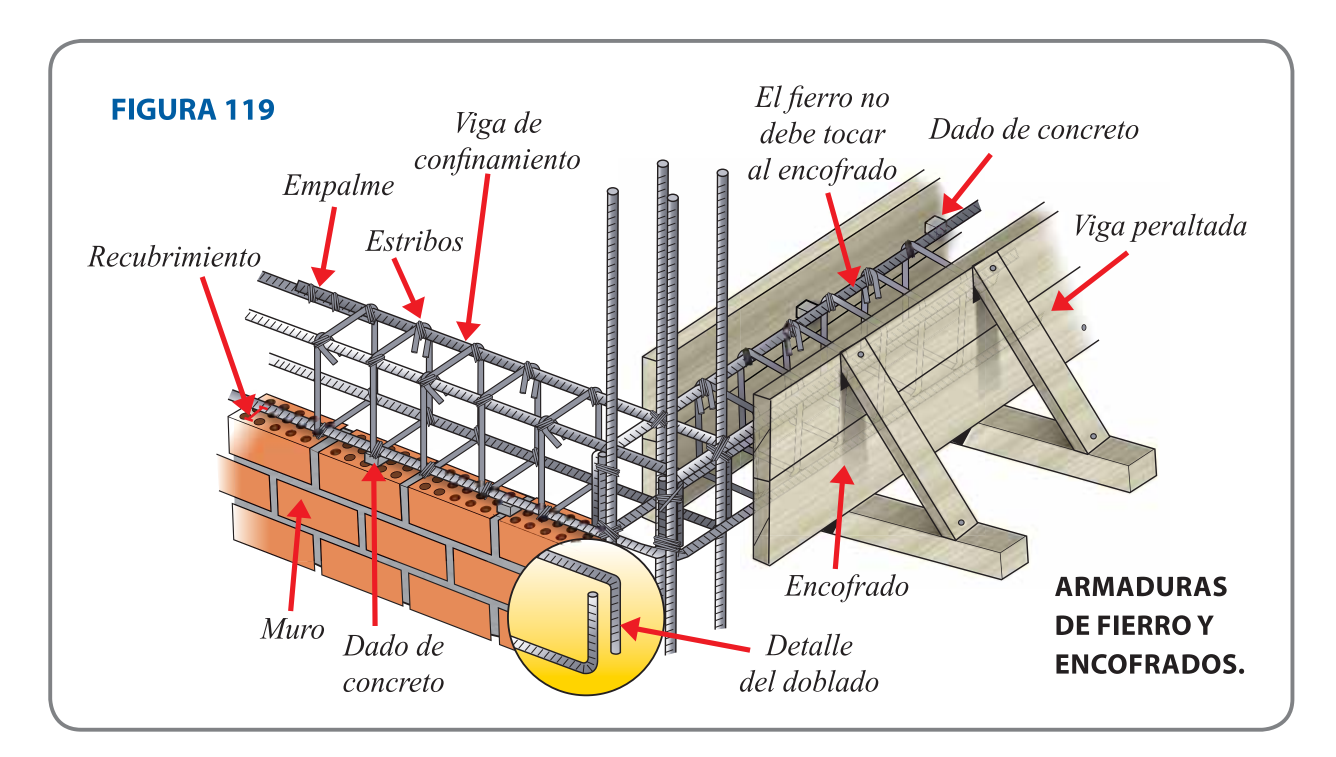


FIGURA 119 ARMADURAS DE FIERRO Y ENCOFRADOS.

Otro aspecto importante a revisar, es la ubicación y la **longitud de empalme** entre barras longitudinales. En cuanto a la ubicación, los empalmes de los fierros, que se encuentran en la parte superior de la viga, deberán hacerse en la zona central; mientras que el empalme de los fierros, que se encuentran en la parte inferior de la viga, deberá hacerse cerca de sus extremos (ver figura 120).

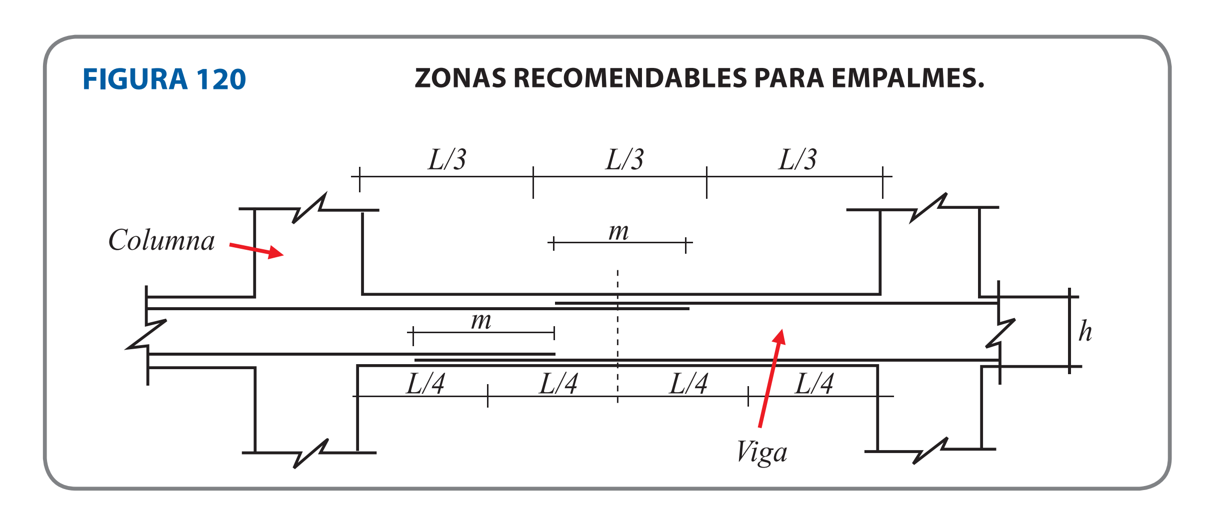


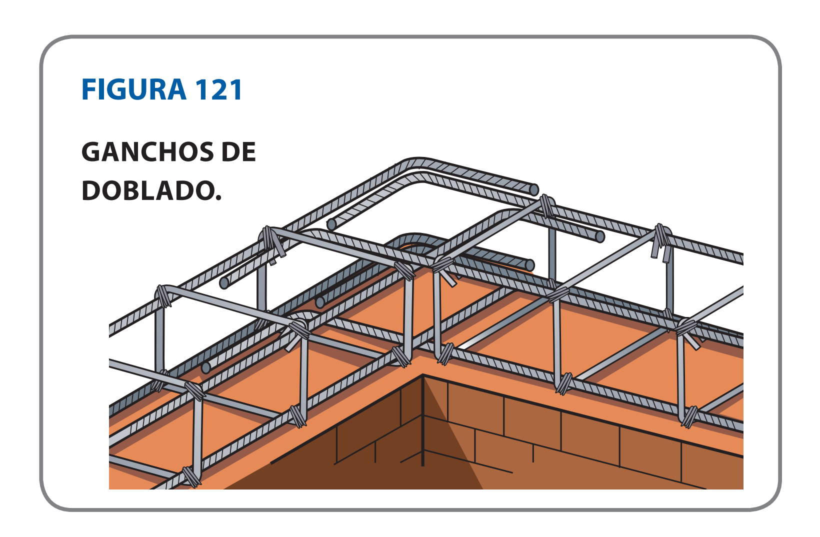
FIGURA 120 ZONAS RECOMENDABLES PARA EMPALMES.

Las longitudes mínimas de traslape de las barras serán las indicadas en los planos de estructuras. Más información sobre estas longitudes en función de los diámetros de las barras, se puede encontrar en la sección 1.10 de este manual.

Cuando dos vigas se encuentren en una esquina, deberán hacerse ganchos de doblado horizontales en ambas. La longitud de estos ganchos se especifica en los planos de estructuras (ver figura 121).

FIGURA 121

GANCHOS DE DOBLADO.



Todos los dobleces deberán hacerse en frío, respetando el diámetro mínimo de doblado para no causar fisuras en la barra, según se explica en la sección 3.8 “Trabajo en acero” de este manual.

Consideraciones

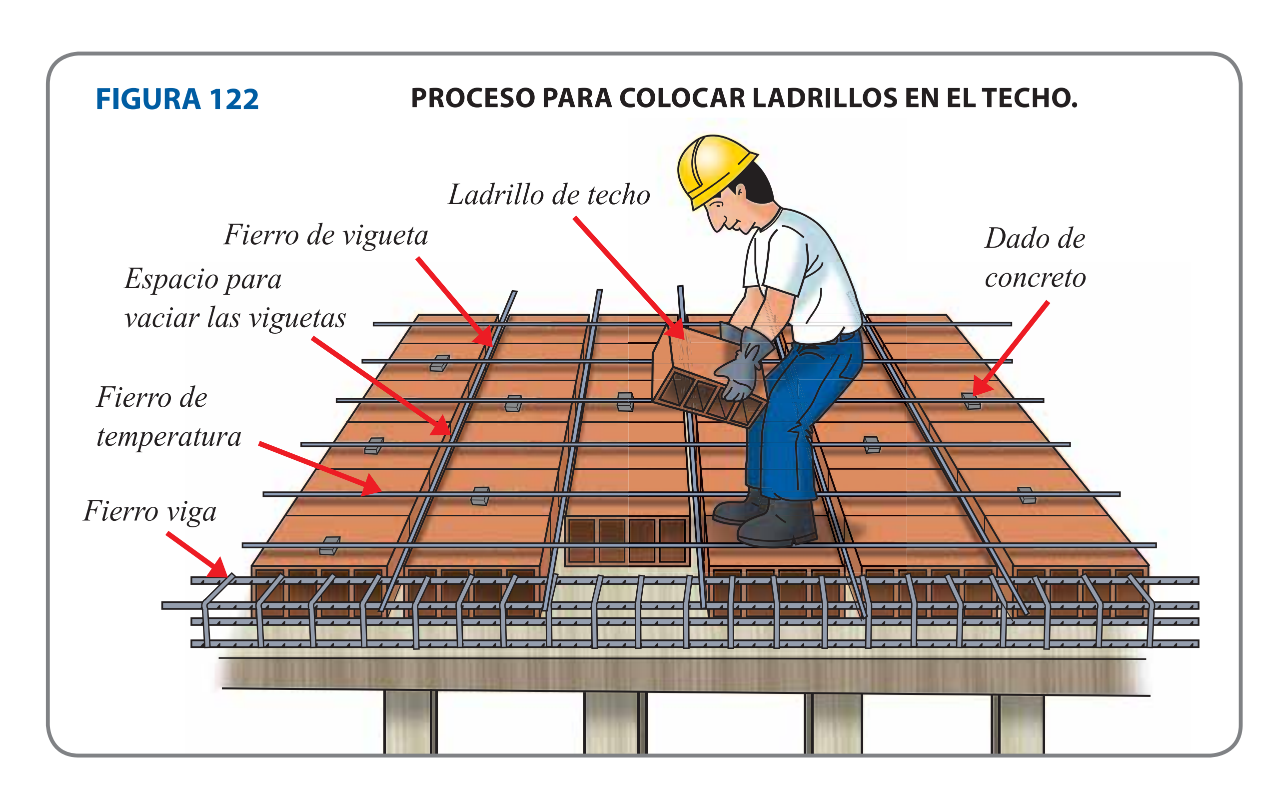
- Se debe empalmar como máximo la mitad de las varillas que se encuentren en una misma sección.
- Se deben alternar los empalmes. Si no se puede, y sólo se van a colocar concentrados en una sección, habrá que aumentar su longitud por un factor que depende del diámetro de la varilla.
- Nunca se debe empalmar en cambios de sección.

13.4 PREPARACIÓN DE LA LOSA

a. Colocación de los ladrillos de techo

Una vez que el entablado del techo se ha terminado, y que el fierro de las vigas ya esté ubicado, se procederá a la colocación de los ladrillos y luego a la del fierro en las **viguetas** y la losa de techo (ver figura 122).

FIGURA 122 PROCESO PARA COLOCAR LADRILLOS EN EL TECHO.



Cuando se coloquen los ladrillos de techo, éstos deberán estar alineados uno detrás de otro, sin que queden espacios vacíos entre ellos para evitar que se filtre el concreto durante el vaciado. Se deberá verificar que estos ladrillos no estén rajados ni partidos.

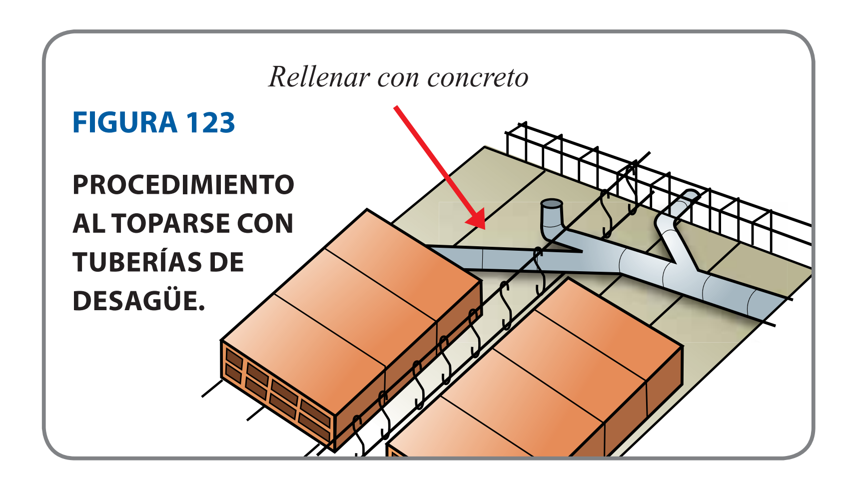
b. Instalaciones sanitarias y eléctricas

Dentro de una losa aligerada de techo, quedan empotradas una serie de instalaciones, como las tuberías de la red de agua y desagüe y las tuberías de electricidad que alimentan a los puntos de luz. Por esta razón, es muy importante tomar precauciones (sobre todo con las tuberías de desagüe) para evitar que atraviesen las **viguetas** y corten su continuidad y resistencia. En el caso de las tuberías de luz, las cajas octogonales no deben colocarse sobre el encofrado de las **viguetas** sino en el lugar de los ladrillos.

Si en algunas zonas hubiese una concentración de estas tuberías de desagüe, sería recomendable convertir esta área de losa aligerada en losa maciza, es decir, retirar los ladrillos y vaciar toda el área en concreto con su respectivo refuerzo de fierro (ver figura 123).

FIGURA 123

PROCEDIMIENTO AL TOPARSE CON TUBERÍAS DE DESAGÜE.



Igualmente, a veces existen muchos cruces de tuberías de agua o luz dentro de la losa de concreto que va sobre los ladrillos. Como esta losa tiene solo 5 cm de espesor, estas tuberías pueden quedar expuestas o con muy poco recubrimiento. En estos casos, es necesario amarrarlas con alambre N°16 y tratar de pegarlas contra los ladrillos lo más que se pueda.

c. Colocación del fierro en viguetas y losa

El fierro de **viguetas** se coloca entre las filas de ladrillo de techo y se enganchan en el fierro de las vigas de confinamiento que van sobre los muros de ladrillo.

El fierro de la losa, llamado también fierro de temperatura, se coloca sobre los ladrillos y en sentido perpendicular a las **viguetas**, apoyados sobre dados de concreto de 2 cm. de espesor, que se colocan encima de los ladrillos de techo (ver figura 124).

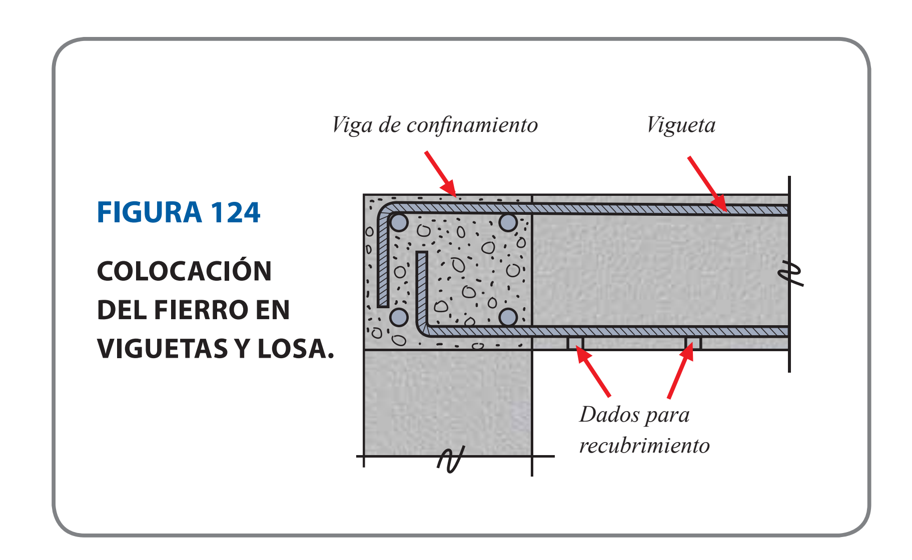


FIGURA 124

COLOCACIÓN DEL FIERRO EN VIGUETAS Y LOSA.

El fierro de temperatura tiene como función evitar el agrietamiento de la losa. Generalmente, se utiliza varillas de 6 mm ó 4.7 mm. Estas varillas se amarran a los bastones de las **viguetas** y a las vigas de amarre cada 25 cm de distancia.

d. Encofrado de frisos

Posteriormente, cuando el techo aligerado está encofrado y las vigas y **viguetas** armadas, se procede a colocar los frisos en todo el contorno del techo aligerado.

Los frisos deben ser de madera de 1 1/2” de espesor y la altura de éstos se define de acuerdo al tipo de ladrillo que se utiliza. Se considerará 5 cm más que la altura del ladrillo utilizado, de esta manera el vaciado de losa llegará a este nivel como límite. Esto quiere decir que si utilizamos ladrillos de 20 cm de altura, la altura de los frisos será de 25 cm y los listones de refuerzo se colocarán a cada 90 cm, como se muestra en la figura 125.

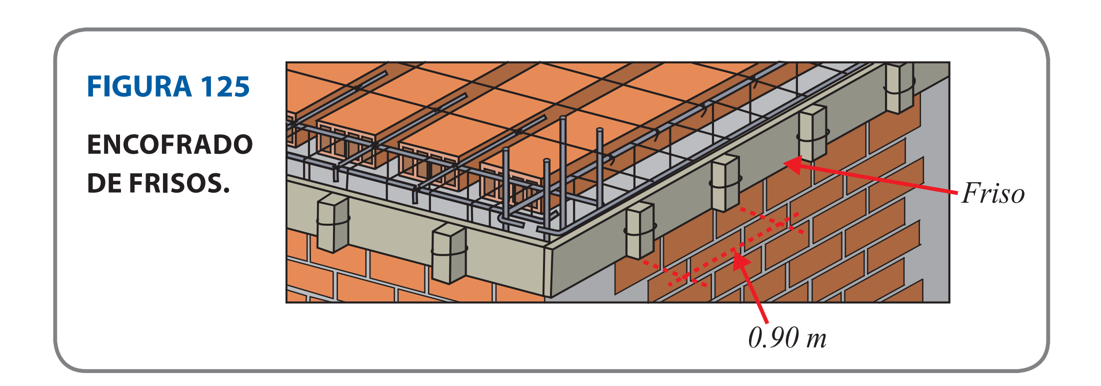


FIGURA 125

ENCOFRADO DE FRISOS.

Consideraciones

- Deberá verificarse que el acero inferior de las **viguetas** esté 2 cm por encima del encofrado, así se garantiza que el acero inferior tenga el adecuado recubrimiento de concreto.

- Durante todos estos trabajos, hay que tener mucho cuidado al pararse sobre los ladrillos de techo, ya que estos son muy frágiles. Por esta razón es recomendable poner tablones para poder pisar sobre ellos y evitar posibles accidentes.

13.5 VACIADO DE CONCRETO EN TECHO

Antes de colocar el concreto en la losa, se debe verificar que la ubicación de los fierros, de las tuberías de electricidad, de agua y de desagüe, se encuentren en buen estado y de acuerdo a lo establecido en los planos. Es decir, que consideren los alineamientos e inclinaciones de las tuberías preestablecidas y la ubicación exacta de los puntos de salida de accesorios de baño y cocina (inodoro, ducha, lavatorios, drenajes, etc.).

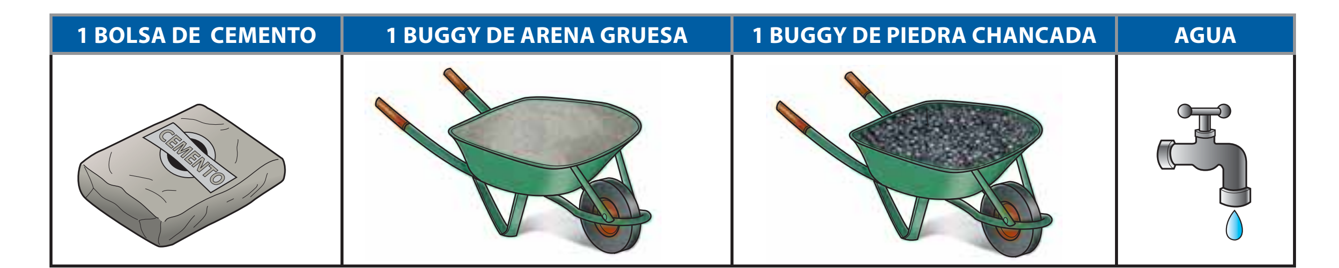
Por otro lado, se debe verificar también que el encofrado esté completamente horizontal, los frisos herméticos y los **pies derechos** estables.

Posteriormente, se debe humedecer el encofrado de las vigas y los ladrillos de techo, para que no absorban el agua del concreto. Asimismo, se debe colocar tablas de madera para que las personas que trabajarán en el vaciado de techo no caminen directamente sobre el fierro porque pueden doblarlo y se debe modificar su ubicación y recubrimiento.

a. Proporción de la mezcla de concreto

Para la preparación de la mezcla, se deberá consultar la resistencia indicada en los planos. Por lo general, al igual que en las vigas y columnas, para una casa de 2 ó 3 pisos, esta resistencia a compresión del concreto es de 175 kg/cm^2. Esto quiere decir, que sobre una superficie cuadrada de concreto de 1 cm de lado, se puede aplicar una carga de 175 kg antes de que se rompa.

La proporción recomendable para obtener esta resistencia, es de una bolsa de cemento, con 1 buggy de arena gruesa, 1 buggy de piedra chancada y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla pastosa que permita un buen trabajo. La cantidad de agua varía de acuerdo al estado de humedad en que se encuentre la arena y la piedra. Si éstas se encuentran totalmente secas, la cantidad de agua para una bolsa de cemento podrá ser de 40 litros; pero si están totalmente mojadas, bastará con unos 20 litros, tal como se vio en la sección 1.2 de este manual.



1 BOLSA DE CEMENTO	1 BUGGY DE ARENA GRUESA	1 BUGGY DE PIEDRA CHANCADA	AGUA

Este concreto, al igual que en las columnas y vigas, debe hacerse de preferencia usando una mezcladora, ya que hacerlo de manera manual produce mezclas que no son uniformes.

b. Vaciado y compactado del concreto

Durante el vaciado se debe llenar primero las vigas y **viguetas**, y luego la losa superior hasta cubrir una altura de 5 cm. Para una buena compactación del concreto, se debe usar un vibrador mecánico o **chucear** la mezcla con una barra de construcción. Hay que tener cuidado de no vibrar en exceso, porque de lo contrario, los componentes del concreto se pueden separar (ver figura 126).

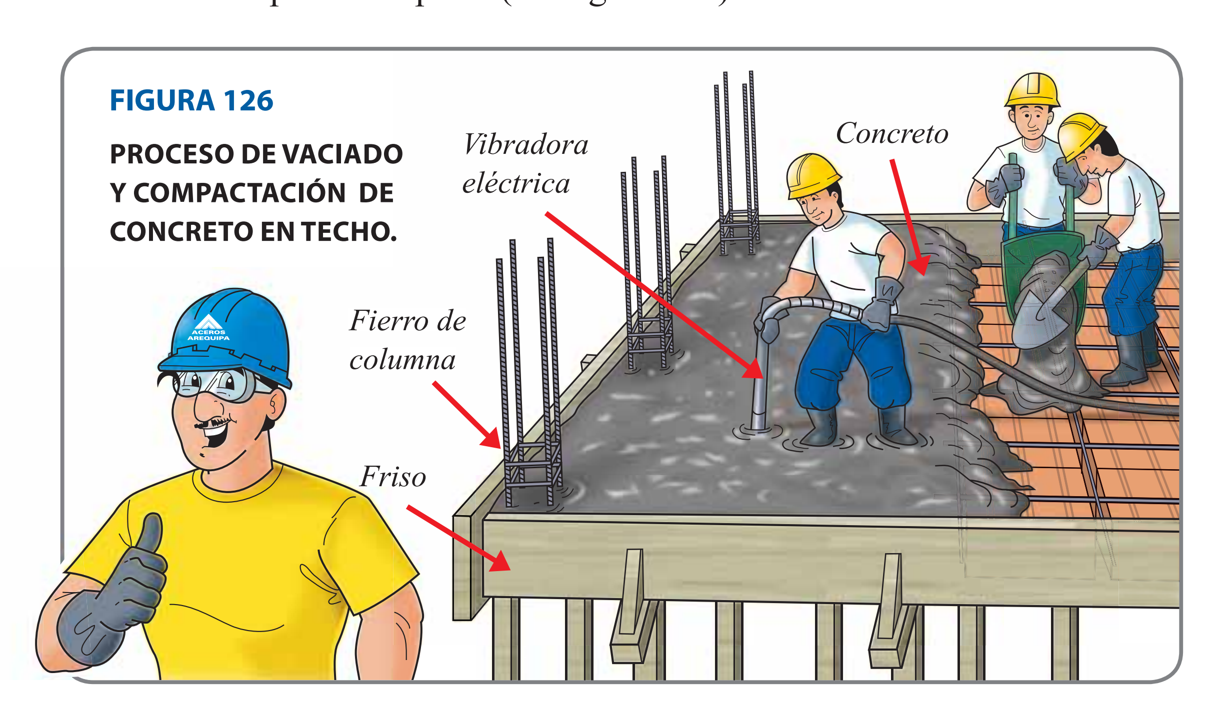


FIGURA 126

PROCESO DE VACIADO Y COMPACTACIÓN DE CONCRETO EN TECHO.

Es importante tener en cuenta que el proceso de vaciado es continuo. Eso quiere decir, que no se debe postergar el trabajo cuando ya se inició. La única posibilidad de parar para descansar (y aprovechar el refrigerio) es después de vaciar el concreto en todas las vigas y **viguetas**, tiempo en el cual se dejará asentar la mezcla. Luego de los minutos de descanso, se procederá a vaciar la losa de concreto con el espesor antes indicado.

c. Nivelación

Finalmente, la losa de techo debe quedar lo más nivelada posible. Esta operación se hace pasando una regla de madera o de aluminio sobre la superficie (ver figura 127).

El acabado de la losa debe ser rugoso, para permitir la **adherencia** al contrapiso.



FIGURA 127
NIVELACIÓN.

d. Curado

Debido a la gran superficie expuesta al aire, una losa de concreto es muy susceptible a fisurarse, debido a la contracción por temperatura en estado todavía fresco.

La mejor manera de evitar este problema, es mediante el mojado con agua. Éste se debe iniciar unas horas después del vaciado y debe prolongarse los 7 días posteriores. Esto evitará las rajaduras y hará que el concreto alcance su resistencia definitiva.

Para evitar que el agua se escurra por los bordes de la superficie, se recomienda colocar arena fina en estos bordes, a manera de una barrera. A este procedimiento se le conoce con el nombre de **curado** con **arroceras*** (ver figura 128).

*(ver glosario)

Consideraciones

- Los frisos del techo aligerado podrán ser retirados al cabo de 24 horas del vaciado del concreto.
- Después de 7 días de haberse realizado el vaciado, se procederá al desencofrado de las vigas. Las losas aligeradas se podrán desencofrar antes, pero previendo de dejar puntales cada ciertos tramos.

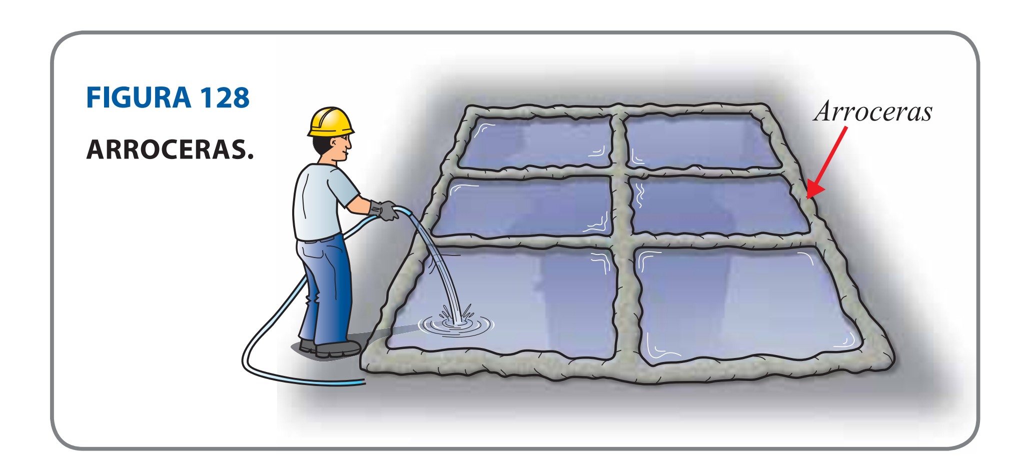


FIGURA 128
ARROCERAS.

GLOSARIO

A continuación se explica una serie de términos técnicos que han sido utilizados en el manual.

1. **Adherencia:** Unión física que resulta de haberse pegado una cosa con otra. Lo usamos para referirnos a la unión del concreto con el acero.

2. **Arriostrar:** Dar estabilidad a una estructura mediante refuerzos transversales o diagonales en forma de escuadra.

3. **Arrocera:** Son bordes de arena que retienen al agua y logran una mejor penetración de ésta.

4. **Balizas:** Arco de madera empotrado sobre el terreno con una altura menor a 1 m y que sirven de guía para el trazado de los ejes de un proyecto.

5. **Barrotes:** Maderas de 2” x 3” con un largo menor a 1 m y que se utilizan para unir tablas de encofrado.

6. **Cangrejera:** Son los vacíos que se forman por el aire que se queda atrapado dentro de la mezcla por falta de vibración al momento de la colocación del concreto fresco.

7. **Chuzar:** Acción de introducir una varilla de fierro de construcción en el concreto fresco con movimientos verticales, para eliminar de la mezcla el aire atrapado.

8. **Columna de amarre:** También conocidas como columnas de confinamiento. Es un tipo de columna que se encuentra a los extremos de un muro de albañilería, cumpliendo junto con éste una función estructural, en el caso de un sistema de albañilería confinada.

9. **Concreto:** Mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua y cuyo resultado es un material resistente.

10. **Curado:** Es el bañado con agua de las estructuras de concreto, una vez que éste ha sido desencofrado.

11. **Desplome:** Término que se utiliza para calificar a un elemento que no se encuentra en posición vertical sino inclinada.

12. **Emplantillado:** Consiste en el asentado de la primera fila de ladrillos y que sirve de base para las filas.

13. **Estribos:** Elementos de fierro doblados con forma rectangular o cuadrada y que sirven para abrazar a los fierros en vigas, columnas o columnetas.

14. **Fierro de temperatura:** Fierro que se coloca en una losa aligerada en un sentido perpendicular a las filas de los ladrillos de techo.

15. **Longitud de empalme:** Es la longitud de traslape de dos fierros para formar "una sola pieza" y que se encuentran al interior de una viga o columna.

16. **Mortero:** Es una mezcla que combina el cemento con la arena fina o gruesa y el agua y que sirve como material de agarre o revestimiento en paredes.

17. **Muros portantes**: Muros que soportan el peso de la estructura, la fuerza de los sismos y la transmiten hacia los cimientos. Estos muros están hechos de ladrillos macizos, los que pueden colocarse de "soga", es decir con la cara más larga paralela al muro, o de "cabeza", con la cara más larga perpendicular al muro.

18. **Muros de tabiquería**: Muros que no soportan el peso de la estructura y que se usan para separar los ambientes. Están hechos de ladrillos huecos (ladrillo pandereta).

19. **Pies derechos:** Son maderas que se utilizan para soportar el encofrado de techo, se colocan de manera vertical y tienen dimensiones de 2" x 3" y generalmente de 8 pies de largo. También se utilizan para apuntalar los encofrados con el objetivo de darle estabilidad.

20. **Solado:** Capa delgada hecha de hormigón, cemento y agua que se coloca en la base de las excavaciones de zapatas o de cimientos corridos y que sirve de piso nivelado para apoyar los fierros.

21. **Soleras:** Maderas que se utilizan para encofrar un techo. Se colocan en sentido perpendicular a las filas de ladrillo. Éstos, por lo general, tienen medidas de 2" x 4" de sección.

22. **Viguetas:** Son elementos de concreto armado que se encuentran alojados a lo largo del techo entre cada fila de ladrillos

23. **Resistencia a la compresión:** Es la máxima presión que resiste un elemento antes de romperse. Se expresa en kilos de fuerza aplicados en un área de un centímetro cuadrado. El concreto que se usa para construir una casa debe resistir normalmente 175 kg por cada centímetro cuadrado de área.

BIBLIOGRAFÍA

- Anatomía de un terremoto. Instituto Geográfico Nacional/HowStuffWorks/USGS. Disponible en Web: www.elmundo.es/elmundo/2003/graficos/jun/s2/terremotos.html.
- Base de datos de sistemas constructivos que se utilizan en el Perú. Proyecto BASCE-Perú. 2003.
- Carpintería de Encofrados. SENCICO. Lima: SENCICO, 1986.
- Construyendo con Ladrillo, Cámara Peruana de la Construcción. 1er ed Lima, 1980.
- Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería. Marcial Blondet. Marcial Blondet. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005.
- Construcciones sismorresistentes-Manual para instructores. Popayán. 1983.
- Encofrado y desencofrado con tableros de madera. Colegio de Arquitectos de Ecuador. Pinchincha, 2008.
- Encofrado y andamios. Universidad de las Américas. Disponible en Web: html.rincondelvago.com/encofrados-y-andamios.html.
- Guía para la construcción con albañilería. CISMID/FIC/UNI. Lima, 2004.
- Guía básica de construcción en trabajos de construcción. Construcciones DR. Madrid, 2003.
- Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismorresistente de viviendas de mampostería. Asociación Colombiana de Ingeniería Antisísmica. 1er ed. Colombia.
- Manual de colocación de cerámica roja. Cámara Industrial de la Cerámica Roja. Disponible en Web: http://www.ceramicaroja.com.ar/ficha2-muros.htm.
- MORALES, Héctor. Construcción civil. Estructuras. Tipos de cargas. Deflexión. Materiales. Equipos. Vigas. Resistencia. Puntales. Disponible en Web: http://www.todomonografias.com/arquitectura-obras-y-construccion/encofrados-y-andamios/
- NEUMANN, Friedrich. Tratado de edificación. 24 ed. Barcelona: Gil G., 1971. 542 p.
- Para defenderse de los terremotos hay que saber de ellos. Alfio Bernardo. 2001. MOVIMONDO.
- Qualidades e segurança se constroem com produtos Gerdau. Gerdau.
- RAMOS SALAZAR, Jesús. Costos y presupuestos en edificación. Lima, 1988.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. SENCICO. 1er ed. Lima: Costos, 2006.
- Reglamento de seguridad para la construcción de obras públicas. Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos. Quito, 1998.
- SOLIS, Janio. Construyendo la Casa. 1er ed. Lima: FIP, 2004. 60p.
- STOYNIC DECOVICH, Antonio. Muros de contención, veredas y escaleras. 1er ed. Lima: FIP, 2006. 56p.

Primera Edición.
Impresa en Lima - año 2010.

CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A. tuvo a cargo la dirección y coordinación general de esta publicación.
“La elaboración técnica de este manual ha sido encargado a la empresa MOTIVA S.A., a través de la participación de sus siguientes profesionales: Ing. Pablo Orihuela, Arq. Jorge Orihuela, Arq. Cesar Lazo, Ing. Karem Ulloa&die”



www.acerosarequipa.com e-mail: construyendo@aasa.com.pe